

**DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES EN
LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES FRENTE A LA RELACIÓN CON LOS
RESULTADOS DEL EXAMEN DE ESTADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA
EDUCACIÓN MEDIA, SABER 11°.**

**ADRIANA MILENA ESCALANTE ORTIZ
YADIRA EUGENIA GUARIN BLANCO**



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
CÚCUTA
2021**

**DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES EN
LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES FRENTE A LA RELACIÓN CON LOS
RESULTADOS DEL EXAMEN DE ESTADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA
EDUCACIÓN MEDIA, SABER 11°.**

Autores

**ESCALANTE ORTIZ ADRIANA MILENA
GUARIN BLANCO YADIRA EUGENIA**

*Proyecto de Trabajo de investigación presentado como prerrequisito para optar título de
Magister en Educación*

Director:

PhD. YURLEY KARIME HERNANDEZ PEÑA

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
CÚCUTA
2021**

DEDICATORIA

A mis padres maravillosos Matías Escalante Pabón y Orfelina de la Trinidad Ortiz Buenaver por sus deseos de bendiciones para mí, amor infinito, apoyo incondicional, sus atenciones en los días enteros de estudio, su paciencia y unión en momentos de incertidumbre, y la razón de ser de cada uno de mis logros, porque desde siempre y para siempre seremos el mejor equipo.

Adriana Milena Escalante Ortiz

A mis padres hermosos Jaime Enrique Guarín Guapacha y María Eugenia Blanco Bernal, infinitas gracias por estar siempre ahí apoyándome, motivándome para seguir haciendo las cosas con amor, los amo mucho, son mi motor de vida. Gracias familia, Jessica, Jaime Leo, Mariana y Jerónimo por ser mi fortaleza, mi bastón en todo este caminar que con orgullo diré que valió la pena cada esfuerzo para alcanzar este logro a nivel personal y profesional.

Yadira Eugenia Guarín Blanco

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestro padre celestial porque nos bendice siempre e ilumina sabiamente para desarrollar nuevos proyectos que permitan cumplir nuestra misión en este mundo.

A la Universidad Simón Bolívar por su alta calidad educativa en el programa de Maestría en Educación, la pertinencia del plan de estudios, su cuerpo docente investigadores, el carácter humano para comprender los momentos de incertidumbre y sacar de allí las mejores razones para dar continuidad con excelencia a los procesos de formación, su acompañamiento continuo en el avance de los proyectos de investigación y la convicción de que sus maestrantes cumplan el sueño de ser Grandes Maestros Investigadores.

A la Ph.D. Yurley Karime Hernández Peña que, en su calidad de tutora del proyecto de investigación, siempre nos orientó en cada momento con su sabiduría y fe en Dios, nos inspiró con su gran ejemplo de docente investigadora, su pasión por aprender y enseñar, su entrega incondicional en cada tutoría, a seguir creciendo personal y profesionalmente para hacer grandes aportes a la Educación. Y más aún, por su gran sentido humano y su insistencia porque las cosas se hagan con excelencia y calidad.

A las Docentes, Ph.D. Andrea Aguilar Barreto y Mg. Yudith Liliana Contreras Santander por estar siempre ahí acompañándonos en todo el proceso de investigación, orientándonos con su gran experiencia, siguiendo de cerca los avances del estudio y su valioso interés por alcanzar los objetivos propuestos para el Macroproyecto, y aportar elementos significativos y pertinentes para repensar el campo de la Evaluación Educativa.

A los estudiantes entrevistados que aun así en situación de emergencia sanitaria por el Covid- 19, nos permitieron reconocer a través de sus discursos las competencias científicas que les permiten enfrentarse al mundo de la vida, y con ello lograr obtener unos resultados confiables y valiosos para los procesos de formación en ciencias y su evaluación.

Adriana Milena Escalante Ortiz

Yadira Eugenia Guarín Blanco

Contenido

	pág.
TITULO	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	18
1.1 Planteamiento del Problema	18
1.2 Formulación del Problema.....	28
1.3 Objetivos.....	28
1.3.1 Objetivo general.....	28
1.3.2 Objetivos específicos.	28
1.4 Justificación.....	28
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	32
2.1 Antecedentes.....	32
2.1.1 Formacion en ciencias.....	32
2.1.2 Evaluación en ciencias.....	41
2.2 Referentes Teóricos	48
2.2.1 Hacia una verdadera formación en ciencias: una mirada desde Juan Ignacio Pozo Municio, Miguel Ángel Gómez Crespo y Rafael Porlán Ariza.	49
2.2.2 Formacion en ciencias basada en competencias.	53
2.2.3 Mas allá de las competencias: desarrollo de competencias científicas como acercamiento a la formación en ciencias.....	56
2.2.4 La evaluación con intención formativa.....	60
2.2.5 Evaluación de la competencia científica.....	63
2.3 Marco Contextual	75
2.4 Marco Legal.....	76
2.4.1 Referentes teóricos nacionales.....	76
2.4.2 Referentes legales.	91
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	97
3.1 Paradigma de la Investigación.....	97
3.2 Enfoque de la Investigación.....	98
3.3 Diseño de la Investigación.....	99

3.3.1 Fases de la investigación.....	100
3.4 Fuentes de Información	101
3.4.1 Fuentes documentales.	101
3.4.2 Participantes o informante claves.	102
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	102
3.5.1 Análisis documental.....	103
3.5.2 Entrevista semiestructurada.	103
3.5.3 Matriz de análisis.	104
3.5.4 Guión de entrevista.	104
3.6 Criterios para el análisis de la información	105
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	108
4.1 Análisis de los Referentes Teóricos Nacionales.....	108
4.1.1 Visión de ciencia constructivista- referentes nacionales.....	114
4.1.2 Formación en ciencias desde el desarrollo de las competencias científicas- referentes nacionales.....	118
4.1.3 La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad- referentes nacionales.....	125
4.2 Reconocimiento del Desarrollo de las Competencias Científicas en los Estudiantes	136
4.2.1 Visión de ciencia constructivista - discursos de los estudiantes.	144
4.2.2 Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas - discursos de los estudiantes.	152
4.2.3 La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad - Discursos de los estudiantes.....	173
4.2.4 Categorías emergentes.	182
4.3 Elementos Orientadores para los Procesos de Formación en Ciencias Naturales y su Evaluación	196
4.3.1 Formación en ciencias.....	198
4.3.2 Evaluación en ciencias.....	207
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	214
5.1 Conclusiones.....	214
5.2 Recomendaciones	215

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS217
ANEXOS.....225

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. <i>Representación porcentual de las competencias científicas en las pruebas IFCES</i>	24
Tabla 2. <i>Estándares básicos de competencias en ciencias naturales</i>	84
Tabla 3. <i>¿Qué aprendizajes evalúan las Pruebas Saber- Ciencias Naturales 11°</i>	85
Tabla 4. <i>Algunos de los DBA para el grado undecimo</i>	87
Tabla 5. <i>Distribución porcentual aproximada de las competencias evaluadas y sus componentes</i>	90
Tabla 6. <i>Distribución de las preguntas por competencia que evalúa las Pruebas PISA</i>	91
Tabla 7. <i>Síntesis de la categoría inductiva - sentido y significado de la formación en ciencias desde la construcción de perspectivas del mundo</i>	145
Tabla 8. <i>Síntesis de la categoría inductiva - construcción del conocimiento científico desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano)</i>	147
Tabla 9. <i>Síntesis de la categoría inductiva - Formación en ciencias a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes</i>	148
Tabla 10. <i>Síntesis de la categoría inductiva - La ciencia como una práctica social.</i>	150
Tabla 11. <i>Síntesis de la categoría inductiva - la ciencia como sistema, dinámico, y continuo</i> ...	151
Tabla 12. <i>Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivas, analíticas y críticos</i>	153
Tabla 13. <i>Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias explicación de fenómenos</i>	156
Tabla 14. <i>Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias uso comprensivo del conocimiento científico</i>	158
Tabla 15. <i>Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias indagación</i>	161
Tabla 16. <i>Síntesis de la categoría inductiva - competencias científicas para la explicación de procesos naturales y el actuar armónico con el entorno</i>	163
Tabla 17. <i>Síntesis de la categoría inductiva - las competencias científicas como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia</i>	166
Tabla 18. <i>Síntesis de la categoría inductiva - las competencias científicas para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo</i>	168

Tabla 19. <i>Síntesis de la categoría inductiva - desarrollo de las competencias científicas desde aprendizajes significativos</i>	171
Tabla 20. <i>Síntesis de la categoría inductiva - una evaluación que considere las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas</i>	174
Tabla 21. <i>Síntesis de la categoría inductiva - la evaluación como estrategia de aprendizaje permanente</i>	177
Tabla 22. <i>Síntesis de la categoría inductiva - papel del docente frente a la organización del aprendizaje</i>	178
Tabla 23. <i>Síntesis de la categoría inductiva - la prueba se limita a evaluar competencias básicas</i>	179
Tabla 24. <i>Síntesis de la categoría inductiva - prueba estandarizada y homogénea centrada en evidencias</i>	180
Tabla 25. <i>Síntesis de la categoría inductiva - la evaluación como índice de calidad</i>	181
Tabla 26. <i>Síntesis de la categoría emergente - descontextualización de las ciencias naturales</i>	184
Tabla 27. <i>Síntesis de la categoría emergente - la construcción de ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual</i>	187
Tabla 28. <i>Síntesis de la categoría emergente - dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes</i>	190
Tabla 29. <i>Síntesis de la categoría emergente - la prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas</i>	194

Lista de Gráficos

	pág.
Gráfico 1. <i>Instrumento Matriz de análisis documental</i>	110
Gráfico 2. <i>Síntesis categorías teóricas y axiales del análisis documental</i>	111
Gráfico 3. <i>Síntesis del Análisis documental</i>	113
Gráfico 4. <i>Síntesis de la primera categoría axial</i>	115
Gráfico 5. <i>Síntesis de la segunda categoría axial</i>	118
Gráfico 6. <i>Síntesis de la tercera categoría axial</i>	126
Gráfico 7. <i>Instrumento matriz de análisis de resultados de la prueba saber 11° de ciencias naturales 2019 de los informantes claves</i>	137
Gráfico 8. <i>Instrumento Matriz Guión de Entrevistas semiestructuradas</i>	139
Gráfico 9. <i>Instrumento Matriz de análisis de discursos- Entrevistas semiestructuradas</i>	141
Gráfico 10. <i>Síntesis del análisis de discursos</i>	143
Gráfico 11. <i>Síntesis del análisis de discursos- Categoría Visión de ciencia constructivista</i>	144
Gráfico 12. <i>Síntesis del análisis de discursos- categoría formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas</i>	152
Gráfico 13. <i>Síntesis del análisis de discursos- categoría la evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad</i>	173
Gráfico 14. <i>Síntesis del proceso de triangulación</i>	183
Gráfico 15. <i>Triangulación de los instrumentos de recolección de información</i>	197
Gráfico 16. <i>Elementos orientadores sobre la visión de ciencia constructivista</i>	199
Gráfico 17. <i>Elementos orientadores sobre la formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas</i>	203
Gráfico 18. <i>Elementos orientadores sobre la evaluación en ciencias</i>	208

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Árbol de problemas	226
Anexo 2. Matriz metodológica.....	227
Anexo 3. Carta solicitud validación de instrumentos - matriz de análisis documental.....	228
Anexo 4. Carta solicitud validación de instrumentos - guión de entrevista semiestructurada.....	230
Anexo 5. Carta validación para aplicación de instrumentos	235
Anexo 6. Instrumentos de recolección de información- matriz de análisis documental.....	236
Anexo 7. Instrumentos de recolección de información- matriz de análisis de discursos.....	2377
Anexo 8. Instrumentos de recolección de información- matriz de triangulación de la información	238
Anexo 9. Consentimiento informado para aplicación de entrevista semiestructurada a informantes claves.....	239
Anexo 10. Codificación para el análisis de la información.....	241
Anexo 11. Presentación aplicación entrevista semiestructurada.....	243
Anexo 12. Tarjeta de invitación a informantes claves para aplicación de entrevistas	244

RESUMEN

Ante estos tiempos de incertidumbre y nuevos retos para la educación, es fundamental abordar estudios que analicen la pertinencia y significatividad de los procesos de formación en ciencias y su evaluación en los estudiantes para el desarrollo de capacidades que les permitan responder a las exigencias del mundo actual. Es por ello, que la presente investigación permite comprender el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en su formación en ciencias naturales frente a la relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11° del año 2019 en el Municipio de Cúcuta; en un proceso de análisis orientado desde referentes teóricos, la naturaleza misma del objeto de estudio, las características del contexto actual y una ruta metodológica coherente dentro de una postura del Paradigma Interpretativo Comprensivo, un Enfoque Cualitativo y un Método Hermenéutico, para caracterizar los Referentes Teóricos Nacionales que orientan los procesos de Formación en Ciencias Naturales a través de la técnica de análisis documental; reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes aplicando entrevistas semiestructuradas a diez (10) informantes claves; y desde este contraste, entre los referentes teóricos, las propuestas educativas nacionales y las competencias científicas de los estudiantes, develar elementos orientadores para fortalecer los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación. Un proceso investigativo que consigue obtener resultados en torno a tres categorías axiales (Visión de ciencia constructivista, Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas, y La Evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad) y categorías emergentes (Descontextualización de las ciencias naturales, Construyendo ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual, Dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y La Prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas); las cuales se analizan y permiten concluir que las Competencias Científicas reconocidas en los estudiantes no guardan estrecha relación con sus resultados de las Pruebas Saber 11°, por lo que se requiere de reflexiones en las propuestas educativas nacionales y los marcos de referencia para la evaluación en ciencias.

Palabras claves: Formación en ciencias naturales, Competencias Científicas, Evaluación en ciencias.

ABSTRACT

In these uncertain times and new challenges for education, it is essential to undertake studies that analyze the relevance and significance of science training processes and their evaluation in students for the development of capacities that allow them to respond to the demands of today's world. It is therefore why this research allows us to understand the development of scientific competences in students in their training in natural sciences in relation to the results of the state exam for the evaluation of secondary education, Saber 11th of the year 2019 in the Municipality of Cúcuta; in a process of analysis oriented from theoretical references, the very nature of the object of study, the characteristics of the current context and a coherent methodological path within a position of the Comprehensive Interpretive Paradigm, a Qualitative Approach and a Hermeneutical Method, to characterize the Theoretical Referents Nationals that guide the Training processes in Natural Sciences through the technique of documentary analysis; recognize the development of Scientific Competences in students by applying semi-structured interviews to ten (10) key informants; and from this contrast, between the theoretical referents, the national educational proposals and the scientific competences of the students, reveal guiding elements to strengthen the training processes in natural sciences and their evaluation. An investigative process that manages to obtain results around three axial categories (Constructivist science vision, Science education from the development of scientific competences, and Evaluation as a learning strategy, comprehensive training and quality index) and emerging categories (Decontextualization of the natural sciences, Building science from the students' own interests and the current context, Difficulties in the development of scientific competences in students and The Natural Sciences Test does not show the development of scientific competences); which are analyzed and allow to conclude that the Scientific Competences recognized in the students are not closely related to their results of the Saber 11 ° Tests, so reflections are required on the national educational proposals and the reference frameworks for the evaluation in sciences.

Keywords: Training in natural sciences, Scientific Competences, Evaluation in science.

TITULO

DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES EN LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES FRENTE A LA RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DEL EXAMEN DE ESTADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN MEDIA, SABER 11°.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos la educación ha enfatizado en procesos de formación en ciencias concentrados en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes que les permitan dar sentido y significado al mundo que les rodea y responder a sus exigencias actuales, comprender los cambios de la ciencia, la tecnología, la cultura y la sociedad. Ante esta perspectiva de competencias, en Colombia el Ministerio de Educación Nacional orientó una formación por competencias a través de los Lineamientos Curriculares (1998), que se consolidó como política nacional a partir de la publicación de los Estándares Básicos de Competencias (2006) y que se reafirma con su evaluación en un Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2019), como una prueba masiva escrita limitada a evaluar competencias generales básicas, en un modelo centrado en evidencias.

Más aun, ante estos tiempos de incertidumbre generados por la Pandemia del COVID-19, es fundamental que en los procesos de formación en ciencias se reconozcan las competencias científicas pertinentes con las necesidades de este nuevo contexto y se fortalezcan sus procesos de desarrollo gradual en los estudiantes, así como la forma coherente de evaluar sus avances. Por ello, la investigación actual tiene como objetivo comprender el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en la formación en ciencias naturales frente a la relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11° del año 2019 en el Municipio de Cúcuta; y está orientada desde dos categorías de análisis (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias) para en un primer momento analizar los Referentes Teóricos Nacionales relacionados con la Formación en Ciencias Naturales, desde el cual se configura el marco de análisis para el reconocimiento del desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta, y desde allí develar elementos orientadores que permitan fortalecer los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación.

De esta manera, la presente investigación se desarrolla en cinco capítulos, siendo el Capítulo I, El Problema, en el que se abordan las preocupaciones en torno a los procesos de formación en ciencias, las competencias científicas, la evaluación en ciencias y los resultados de las pruebas saber 11° como índices de la calidad educativa y evidencias del desarrollo y apropiación de las competencias en los estudiantes; así mismo desde esta problemática se

plantean las preguntas de la investigación, la importancia y los objetivos de la misma para aportar a la comprensión del objeto de estudio.

El capítulo II, Marco Referencial, se construye a partir de las dos categorías de análisis establecidas de manera inductiva (Formación en ciencias y evaluación en ciencias) para orientar el análisis de los Antecedentes del proyecto de investigación mediante el abordaje de diversas investigaciones que se han realizado sobre el objeto de estudio, así como la construcción de los Referentes Teóricos sólidos que iluminan el camino para dar respuesta a las preguntas de la investigación. Igualmente, se identifica el Marco Contextual en el que se sitúa la realidad del objeto de estudio, en una aproximación a la naturaleza de su comportamiento y manifestación; y el Marco Jurídico que rige el desarrollo del mismo.

Para el capítulo III, se plantea la ruta metodológica en coherencia con la naturaleza del objeto de estudio y lo expuesto en los capítulos anteriores, de manera que se pueda obtener la información necesaria para comprender e interpretar la realidad. Por ello, se acude a una postura teórico-metodológica del paradigma interpretativo comprensivo, orientada desde un Enfoque Cualitativo y se operacionaliza a través del Método Hermenéutico, que enriquece las categorías de análisis e ilumina el desarrollo de cada una de las fases de la investigación, recurriendo a fuentes de información documental e informantes claves, a técnicas e instrumentos de recolección de información validados, así como criterios para el análisis de los mismos en búsqueda de una mejor interpretación de la realidad objeto de estudio, y con ello facilitar el proceso de corroboración estructural y brindar profundidad, validez, credibilidad y pertinencia a la investigación.

Esta ruta metodológica permite construir el Capítulo IV de Resultados y Discusión de forma inductiva, atendiendo a los procesos de sistematización, codificación y categorización de la información obtenida en los instrumentos, y los continuos contrastes y comparaciones entre estos para generar validez y pertinencia de los hallazgos encontrados. Resultados que se exponen desde cada uno de los objetivos específicos de la investigación, como lo son el “Análisis de los Referentes Teóricos Nacionales”, que responde al primer objetivo, en el que a través del análisis documental y a la luz de las dos Categorías Teóricas (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias), las subcategorías iluminadas desde los referentes teóricos de la investigación, del análisis y de la síntesis de la matriz documental, se reflejan tres Categorías Axiales (Visión de ciencia constructivista, Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas, y

La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad) que agrupan una serie de categorías inductivas que las constituyen y dan su sentido y significado.

En respuesta al segundo objetivo, se construyen los resultados titulados “Reconocimiento del desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes”, donde a partir de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a diez (10) estudiantes (informantes claves) de distintas Instituciones Educativas públicas y privadas del Municipio de Cúcuta, que para el año 2019 obtuvieron los mejores puntajes (Nivel de desempeño 4) en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales, y de la matriz de análisis de discursos, se busca relacionar las categorías axiales e inductivas que caracterizan las propuestas educativas nacionales para la formación en ciencias naturales obtenidas en el análisis documental.

En este apartado también se sintetizan las unidades de análisis representativas de nuevos elementos que caracterizan el reconocimiento de las competencias científicas en los estudiantes, las cuales constituyen las categorías emergentes (Descontextualización de las ciencias naturales, construyendo ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual, dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y la prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas).

Para el tercer objetivo, se parte desde los resultados y discusiones hechas en los dos primeros capítulos en torno al análisis documental y de las entrevistas semiestructuradas, para condensar un capítulo en el que se analizan conjuntamente las categorías axiales y emergentes, que evidencian los hallazgos encontrados y constituyen la base de “Elementos orientadores para los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación” que permiten enriquecer y fortalecer la relación entre el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en su Formación en Ciencias Naturales y los Resultados de la Evaluación Saber 11°. Finalmente, en el capítulo V se presentan las Conclusiones que constituyen el análisis profundo de los resultados obtenidos en el desarrollo de cada uno de los objetivos de la investigación para la comprensión del objeto de estudio, como los nuevos hallazgos encontrados que se convierten en elementos orientadores para fortalecer los marcos explicativos de los procesos de formación en ciencias y su evaluación; así mismo, se expresan algunas recomendaciones que surgen desde el contraste realizado entre los referentes teóricos, las propuestas educativas nacionales y los discursos de los estudiantes, que permiten contribuir a procesos de formación en ciencias significativos y pertinentes a las exigencias y necesidades del mundo actual.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

A lo largo de la historia de la Educación siempre se ha preocupado por Formar en Ciencias a los estudiantes, enseñarles a identificar y resolver problemas, a utilizar procesos de pensamiento más complejos, a adaptarse a los cambios de la ciencia, la tecnología, la cultura y la sociedad, “una educación científica que debe estar dirigida a darle sentido y significado al mundo que nos rodea, comprender sus leyes y principios, comprender los hechos de la ciencia y el significado de los modelos científicos para resolver situaciones” (Pozo & Gómez, 1992, p.12); una formación en ciencias que se ha convertido en objeto de numerosas investigaciones, ya que se han encontrado allí grandes problemas como “el modelo tradicional de ciencias basado en la memorización de datos, fechas o fórmulas y la reproducción de las mismas, favoreciendo en los sujetos el aprendizaje de la sumisión ante un discurso autoritario” (Delord & Porlán, 2018, p.78), que funciona como si los estudiantes no fueran sujetos epistémicos, sino como objetos receptores de significados externos, donde los integran a su mente, no porque les encuentren sentido o les permitan resolver problemas, sino porque aun en esta época se dan en un “marco de una estructura de poder, basada en un mecanismo calificadorio y sancionador” (Porlán, 2018, p.7). Un modelo de ciencia que propicia en los estudiantes un desinterés hacia el aprendizaje de la ciencia, porque se olvida el principal fin que es preparar a los “futuros científicos y ciudadanos que en conjunto puedan participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología” (Solbes, Montserrat & Furió, 2007, p.97).

Ahora es preciso, detallar que la Formación en Ciencias Naturales ha sido orientada por una ciencia moderna ajena al Mundo de la Vida como lo llama Husserl, en la que se cae en el grave error de la identificación de la verdad con la verdad objetiva, que ha llevado a la transformación de la ciencia en una ciencia exclusiva de hechos, que da lugar a “la pérdida de su significado vital y dando origen a un positivismo, con la pretensión de ser la única forma válida de concebir al mundo” (Herrera, 2010, p.271), una formación de los fenómenos naturales ajenos a su propia naturaleza y contexto, que conllevan a que los estudiantes conciban la comprensión de los hechos naturales como acabados y estáticos, sin la posibilidad de explicar los propios fenómenos que se le presentan a su alrededor de forma científica, es decir, se forma en una ciencia descontextualizada que no encuentra su significado en su naturaleza propia, viva y dinámica, donde los entornos biológico, químico y físico pertenecientes de una misma área de

conocimiento terminan separándose para explicar realidades distintas, en la que pareciera que todos estos elementos no hicieran parte de un todo integrado como lo muestra el mismo Mundo de la Vida.

Y es entonces, cuando en los últimos años la investigación educativa ha mostrado un gran interés en encontrar los “mecanismos que permitan reorientar la formación en ciencias, partiendo de que la enseñanza de las ciencias debe estar enfocada a la alfabetización y el desarrollo de competencias en los estudiantes” (Chamizo & Pérez, 2017, p.23), por lo que resulta que la Formación en Ciencias Naturales en Colombia se ha enfocado en propuestas educativas que ofrecen orientaciones y criterios nacionales sobre los currículos, sobre la función del área, parámetros de aprendizaje y sobre nuevos enfoques para comprenderla y enseñarla, que si bien son orientaciones fundamentadas y coherentes, no son socializadas interiormente con Directivos y Docentes, lo que imposibilita una verdadera apropiación, significado y ejecución de las mismas, ya que terminan siendo contenidos mínimos y obligatorios que deben aparecer en el currículo y plan de estudios de las Instituciones Educativas sin ser puestos en el contexto propio nacional, regional y local, lo que se traduce en una formación en ciencias en los estudiantes de contenidos propios del área alejados de explicaciones significativas y científicas sobre fenómenos naturales, contenidos que muchas veces ni siquiera encuentran relación con las demás áreas del conocimiento, cuando son las Ciencias Naturales la base de muchos de los fenómenos estudiados. Es decir, continúan siendo los contenidos los que determinan la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, más no las necesidades, la motivación y los intereses de los estudiantes como miembros de una sociedad, ni tampoco se les brindan espacios a los estudiantes para que reflexionen sobre qué son, cómo se hacen y quiénes hacen las ciencias, y como estas aportan a la solución de problemáticas e intereses de su propio contexto de vida.

Es así, como el Ministerio de Educación Nacional (1998) da a conocer los “Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental con el propósito de establecer los logros e indicadores de logros para los diferentes niveles de educación formal” (p.4), que resultó ser una propuesta definida y declarada para que las Instituciones Educativas los incluyeran en los currículos, sin ser dados a conocer en su esencia, naturaleza epistemológica, pedagógica y curricular y la forma de apropiarlos en los procesos educativos, por lo que los currículos se hicieron generales a todas ellas, alejados de currículos particulares propios del contexto local y regional con necesidades e intereses diferentes y donde los logros e indicadores de logros de cada

nivel de formación se tomaron como fiel copia para indicar los objetivos y contenidos temáticos en los planes de estudio del área para cada grado, lo que no permitió que las comunidades se hicieran competentes para asumir autónomamente sus procesos educativos; y entonces la formación en ciencias naturales en los estudiantes se resumió hacia el cumplimiento de estos logros y no como referente para contribuir a la formación integral de los educandos.

Para el año 2006 el MEN en busca de encontrar mecanismos para reorientar la formación en ciencias, como se venía planteando a nivel internacional, se enfoca en el desarrollo de competencias en los estudiantes y para ello lanza los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias como los parámetros de lo que todo estudiante debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo, pero del que no se profundizó con Directivos y Docentes en los referentes epistemológicos del porqué de la formación en ciencias, de la concepción de ciencias naturales que orientó a la construcción de los estándares, de las grandes metas de la formación en ciencias y de la forma de orientar dicha formación, que aparecen sustentadas en el mismo documento, sino que se limitó en entender sólo la estructura de los estándares básicos desde su coherencia vertical y horizontal y en el que dichos criterios básicos pasaron a ser criterios mínimos del aprendizaje, los objetivos o metas de la enseñanza en ciencias y los contenidos que los estudiantes debían aprender, todo lo contrario a lo que el mismo documento pretendía no serlo.

Con ello, los Estándares básicos de competencias buscan el desarrollo de un conjunto de competencias como un saber hacer flexible que puede actualizarse en distintos contextos, es decir, “como la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.12), aunque hoy día continúa predominando el énfasis a los contenidos temáticos, sin desconocer que la competencia no es independiente de los contenidos respecto al saber qué, saber cómo, saber por qué y el saber para qué, ya que para el desarrollo de una competencia se necesitan de muchos conocimientos, habilidades y disposiciones específicas del área; pero se confunde con que una persona es competente porque tiene conocimientos y es allí donde radica que los procesos de formación en ciencia se han traducido en procesos de formación en competencias, donde los estudiantes deben finalizar su educación media con un nivel de competencia que significa tener dominio de los conocimientos propios del área, sin exigir que dicha competencia necesita de relacionar y organizar estos conocimientos en función de un desempeño flexible, con sentido y significado en

distintos contextos para resolver situaciones dadas. Por ello, se están formando estudiantes competentes en un área específica y no formando estudiantes para la ciencia, capaces de comprender, actuar y ser en una sociedad donde la ciencia y la tecnología les permiten continuar en este mundo cambiante.

Entonces, los estándares básicos de competencias terminan siendo el fin último de los procesos de formación en ciencias, y es por ello que dichos criterios mínimos se traducen en lo último y único que los estudiantes debieran aprender, porque resulta que dichos estándares básicos en ciencias naturales son referentes comunes que a través de la evaluación interna y externa se sabe qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares; por lo que las Instituciones Educativas trabajan arduamente en conseguir buenos resultados en estas evaluaciones, ya que las cifras numéricas de estos determinan la calidad de sus procesos, sin ir más allá de un análisis de los verdaderos procesos de formación en ciencia.

Fue así cuando en busca de alcanzar la calidad de los procesos educativos y el desarrollo de competencias en los estudiantes en función de buenos resultados en las evaluaciones, que el ICFES lanza en el año 2015 las Matrices de Referencia- ¿Qué aprendizajes evalúan en las Pruebas Saber? para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de los grupos de grados 7°, 9° y 11° (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2015), matrices de referencia que debieron incluirse en los planes de estudio sin antes cada Institución Educativa hacer un análisis de la pertinencia de las mismas a su contexto específico e intereses y necesidades de la comunidad, además de que dichas matrices solo fueron socializadas en las Instituciones focalizadas por el programa de Calidad “Todos a Aprender”, por lo que los aprendizajes y evidencias de cada competencia se transformaron en los contenidos fundamentales a enseñar porque sencillamente estos son los que evalúan en la Prueba Saber y si los estudiantes desarrollan estas competencias en términos de conocimientos, se obtienen buenos resultados, lo que significa entonces que hay calidad en los procesos. Luego la formación en ciencias en los estudiantes se delega a una formación en competencias (aprendizaje de conocimientos) y con ello buenos resultados en la Prueba Saber 11° y Calidad Educativa, sin concebir cada grupo de aprendizajes y evidencias como procesos que permiten alcanzar las competencias en ciencias naturales para que los estudiantes sean capaces de preguntarse, usar conocimientos en contexto, explicar fenómenos y dar solución a problemáticas, más allá de cumplir solo con la inclusión de las matrices como aprendizajes únicos que deben adquirir los estudiantes porque son los que en

ultimas terminan siendo evaluados.

Pero las propuestas del MEN no terminan allí, ya que en el año 2016 da a conocer los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en Ciencias Naturales y desde luego se debieron incluir en los planes de área y de asignatura como contenidos mínimos y obligatorios que se debían alcanzar, porque al igual que los EBC, los DBA solo se socializaron en Instituciones Educativas focalizadas por el programa de Calidad “Todos a Aprender”, lo que llevó a que los procesos de formación en ciencia se simplificaran de tal manera que solo se debía cumplir con el aprendizaje de dichos enunciados básicos, y que si se enfatiza en estos aprendizajes se obtendrán mejores resultados en la evaluación de calidad, muy lejos de ser procesos de construcción de conocimientos significativos que permitan desarrollar competencias científicas en los estudiantes.

Ahora bien, es conveniente analizar el marco de las Pruebas de Ciencias Naturales que hace parte del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11°, ya que estas son una forma de evaluación de calidad de los procesos educativos en Colombia, para lo cual se comprueba el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes de un undécimo grado (58 preguntas en dos sesiones), que el MEN ha evidenciado en las matrices de referencia y EBC como lo son el Uso comprensivo del conocimiento científico, Explicación de fenómenos e Indagación. Tres grupos de competencias que se evidencian claramente en las matrices de referencia pero que no aparecen explícitas en los EBC, ni del que tampoco fueron capacitados Directivos y Docentes de dicha agrupación de las competencias, por lo que la enseñanza y el aprendizaje se hace desde el cumplimiento de cada enunciado (contenidos temáticos) mas no para el logro integral de cada competencia y donde las llamadas evidencias del aprendizaje se alcanzan en gran manera con aprendizajes significativos y contextualizados, así como con metodologías prácticas de laboratorio, del que tampoco hubo capacitación y en el que muchas de las Instituciones Educativas del país ni siquiera tienen la infraestructura o materiales para desarrollar actividades prácticas.

Más aun las pruebas evalúan este grupo de tres competencias, para el que cada una existe un conjunto de afirmaciones y evidencias que establecen de manera más específica lo que es capaz de hacer un estudiante que ha desarrollado la competencia, mas no para cada uno de los componentes (biológico, físico, químico y ciencia, tecnología y sociedad- CTS) como lo muestran las matrices de referencia y EBC, una razón más del desconocimiento por parte de los Docentes que aún continúan desarrollando sus planes de aula en función de componentes aislados

y que aun así cuando los integran no visibilizan este grande grupo de competencias que se evalúan y que por tanto no tienen en cuenta que el desarrollo de estas tres competencias no puede darse en el vacío, lo que ignora que las pruebas de ciencias naturales se elaboran según unos escenarios conceptuales y unas temáticas en los que se involucran estas competencias. Todo ello en razón de que ni el Marco de Referencia, ni la Guía de Orientación y la estructura de las pruebas no son socializados y analizados en las Instituciones Educativas para su apropiación, por lo que pareciera que las políticas educativas nacionales se interesaran más por los resultados de las mismas, que por una verdadera formación en competencias en ciencias naturales en los estudiantes que contribuya por tanto el logro de las metas de esta formación como “Favorecer el desarrollo del pensamiento científico, Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo, Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia y Aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad” (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2019, p.18).

A esto se suma que los pocos espacios destinados al conocimiento de los informes de los resultados de las pruebas en cada Institución se limitan a identificar la descripción de los niveles de desempeño (de 1 a 4), su puntaje, percentil, escala y características del área y en qué componentes se está bien o mal, sin hacer un análisis de fondo del cómo se pueden diseñar estrategias metodológicas, pedagógicas y didácticas para mejorar en cada grupo de competencia, en el que tanto docentes como estudiantes reconozcan su aproximación al conocimiento científico y su valor en el desarrollo de una sociedad.

Resulta ser que como este grupo de competencias no se ha apropiado ampliamente por los docentes, entonces se desconoce también que la competencia de Indagación es la que mayor porcentaje en todos los componentes tiene en relación con las demás competencias, es decir, el valor de la pregunta para construir ciencia y en el que, para poder hacer uso del conocimiento científico en la explicación de fenómenos, primero se debe hacer una pregunta. Una competencia que quizás está de manera implícita en los Estándares, pero que no se tiene en cuenta para iniciar en el estudio de los fenómenos naturales desde cada uno de sus componentes.

Tabla 1.***Representación porcentual de las competencias científicas en las pruebas IFCES***

Competencia	Componente biológico.	Componente físico.	Componente químico.	CTS	Total
Uso comprensivo del conocimiento científico.	9%	9%	9%	3%	30%
Explicación de fenómenos.	9%	9%	9%	3%	30%
Indagación.	12%	12%	12%	4%	40%
Total.	30%	30%	30%	10%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Una problemática que, si bien no radica en la estructura de la prueba, sí reside en el conocimiento y análisis de estas competencias tanto en su Marco de referencia, como matrices y EBC, para su pertinente desarrollo en los estudiantes siguiendo sus intereses, motivaciones y necesidades actuales de la sociedad. Ya que la prueba en sí misma evalúa la capacidad para comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, valorando de manera crítica el conocimiento y sus consecuencias en la sociedad y en el ambiente, por tanto es una evaluación coherente en sus escritos con lo anteriormente expuesto sobre las propuestas educativas nacionales, pero que en la práctica se reduce a obtener buenos resultados en las Pruebas Saber 11°, pues esto indica calidad en los procesos y por ende desarrollo de competencias; algo contrario a perseguir un proceso inductivo en el que primero se vele por favorecer el desarrollo de competencias en los estudiantes bajo una formación en ciencias, que conducirá a tratar las pruebas saber 11° como instrumento para retroalimentar los procesos de evaluación y formación y que con ello se no se medirá la calidad educativa en términos de puntajes sino en la formación de futuros científicos y ciudadanos que convivan por un mejor planeta.

Puntajes de las pruebas que para el año 2019 Calendario A (349 colegios- 15.920 estudiantes evaluados), muestran que los mejores veinte promedios ponderados del país los presentan Instituciones Educativas No Oficiales, en el que el Departamento de Norte de Santander se ubica en el quinto puesto con un promedio de 74 (Ochoa, 2019), resaltando que esta posición se la dan en su gran mayoría los Colegios No oficiales del Departamento que ocupan los primeros ocho puestos, ya que los mejores promedios en Ciencias Naturales se encuentra en el Instituto Cambridge School (Gimnasio Bilingüe Plaza Sésamo) de Pamplona con un puntaje de 74, el Colegio Calasanz de Cúcuta con 70, el Andino Bilingüe de Cúcuta con 71, el Colegio Santa Teresa, Santo Ángel de la Guarda y el Gimnasio Paraíso Antares de Cúcuta con 68,

mientras que los colegios públicos como el Instituto Técnico Nacional de Comercio con un puntaje de 68 y el Colegio Santo Ángel con 67 continúan en los puestos noveno y décimo. Resultados que evidencian la gran brecha entre la Educación Pública y Privada, en el que ambas son orientadas por las mismas propuestas nacionales, pero que seguramente difieren en los procesos de formación en ciencias desde los primeros niveles de educación hasta la educación media, en el desarrollo y apropiación de las competencias científicas en los estudiantes y en el seguimiento permanente y reflexivo de esta evaluación de calidad, que va más allá de buscar un posicionamiento a nivel nacional.

Ahora bien, en los colegios públicos del Departamento de Norte de Santander los mejores promedios en Ciencias Naturales están en el Instituto Nacional de Comercio de Cúcuta con un puntaje de 68 (puesto 4 en el ranking), el Colegio Santo Ángel con 67 (puesto 7) y el Colegio Santos Apóstoles con 63 (puesto 17) (Ochoa, 2019), es decir, en un nivel 3, lo que indica que los estudiantes interrelacionan conceptos, leyes y teorías científicas con información presentada en diversos contextos, en los que intervienen dos o más variables, para hacer inferencias sobre una situación problema, aunque no involucran procedimientos, habilidades, conocimientos y un lenguaje propio de las ciencias naturales para dar solución a estas situaciones. Una gran dificultad, porque esto indica lo que se ha mencionado anteriormente sobre cómo el desarrollo de competencias se ha quedado en el aprendizaje de conocimientos propios del área, pero que no los relacionan de manera científica para dar explicación a fenómenos naturales o situaciones problema de su diario vivir.

Y el problema se hace más evidente cuando se revisa el puntaje de Ciencias Naturales del Departamento de Norte de Santander, pues obtuvo 50.42 (nivel 2) y del Municipio de Cúcuta, ubicado en el puesto 108 de 1112 municipios evaluados con un puntaje de 51.29 (nivel 2), lo que significa que los estudiantes sólo reconocen información suministrada en tablas, gráficas y esquemas de una sola variable independiente, y la asocia con nociones de los conceptos básicos de las ciencias naturales, pero no comprenden información en diversos contextos con dos o más variables, ni tampoco han desarrollado la competencia de relacionar habilidades y conocimientos para explicar y solucionar fenómenos naturales.

Aunque el panorama es más preocupante cuando se revisan los resultados históricos nacionales por semestres para la prueba de ciencias naturales, en el que para el año 2018 junto a Competencias Ciudadanas “concentran más del 60% de los evaluados en los niveles 1 y 2”

(Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2019, p.24), los puntajes “desde el año 2015 a nivel nacional están por debajo de las pruebas de lectura crítica y matemáticas, y se observa un comportamiento similar, ya que el puntaje promedio y la desviación estándar permanecen sin cambios considerables” (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2019, p.42); datos que evidencian que estos resultados están muy alejados de los promedios deseables para alcanzar procesos de calidad educativa y que por tanto lleva a cuestionar si estos resultados tiene alguna relación con el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes para una formación en ciencias.

Aunque esta situación llama la atención, porque es muy contraria a una de las Instituciones Educativas No Oficiales del Departamento como el Cambridge School (Gimnasio Bilingüe Plaza Sesamo) que desde el año 2014 ocupa los primeros puestos en los promedios de Ciencias Naturales con puntajes que lo identifican en un Nivel 4 (2014 puesto 1 con 84.93, 2015 puesto 2 con 82.31, 2017 puesto 8 con 74. 273, 2018 Puesto 1 con 77.45 y 2019 puesto 6 con 74), lo que pone de manifiesto que los estudiantes quizás han desarrollado la capacidad para plantear preguntas de investigación desde las ciencias naturales a partir de un contexto determinado, establecer conclusiones derivadas de una investigación, contrastar modelos de las ciencias naturales con fenómenos cotidianos, resolver situaciones problema haciendo uso de conceptos, leyes y teorías de las ciencias naturales, comunicar resultados de procesos de investigación científica y analizar fenómenos naturales con base en los procedimientos propios de la investigación científica; o se pensaría que los procesos de formación se han dirigido a un continuo y temprano análisis de textos científicos y de lectura crítica, o un permanente entrenamiento desde la educación inicial para resolver preguntas tipo ICFES.

Sumado a lo anterior, cabe resaltar los resultados de Colombia a nivel internacional en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) aplicada por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y donde al igual que las pruebas saber 11° evalúa la competencia científica mediante tres capacidades: “Explicar fenómenos científicamente, interpretar datos y pruebas científicamente y evaluar y diseñar la investigación científica” (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 2017, p.20). Para el 2018 fueron evaluados cerca de 8500 estudiantes Colombianos, cuyos resultados en ciencias no se pudieron mantener respecto del año 2015, sino por el contrario su calificación disminuyo a 413 puntos, lejos del promedio OCDE que fue de 489 puntos, un poco menos del 50% de los

estudiantes alcanzaron el nivel 2 en ciencias, siendo de 78% la media de la OCDE, lo que indica que como mínimo, pueden reconocer la explicación correcta de fenómenos científicos familiares y pueden utilizar dicho conocimiento para identificar, en casos sencillos, si una conclusión es válida a partir de los datos proporcionados” (ICFES, 2017), pero los estudiantes no son capaces de explicar fenómenos científicamente, así como los artefactos técnicos y tecnológicos y describir sus implicaciones en la sociedad (ICFES, 2017).

Todo lo anteriormente expuesto llevan a cuestionar sobre por qué aun con estas notables dificultades a nivel nacional no se han desarrollado ampliamente investigaciones al respecto, asimismo, si las Instituciones Educativas del país están interesadas en propiciar verdaderos procesos de formación en ciencia en los estudiantes que les permita desarrollar la capacidad de indagar, de usar comprensivamente el conocimiento científico y de explicar fenómenos naturales, o si están más preocupadas por preparar a sus estudiantes en obtener mejores puntajes en las pruebas. Entonces, también podría preguntarse bajo que sustento epistemológico se está concibiendo el concepto de competencia científica, porque en cada una de los referentes nacionales se hace mención a este concepto pero del que tanto Directivos y Docentes no tienen apropiación, ni tampoco comprenden cómo desarrollar estas competencias en los educandos, por lo que pareciera ser que en las instituciones educativas al plantear los contenidos temáticos no tienen en cuenta que no hay competencias totalmente independientes de los contenidos de un ámbito del saber qué, dónde y para qué de ese saber, pues cada competencia requiere conocimientos, habilidades, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio. Es así, como los planes de estudio se construyen quizás desde lógicas diferentes a las planteadas por el MEN, lógicas respaldadas por una ciencia descontextualizada, estática y ya acabada. Por esto, lo que para el MEN se han llamado competencias científicas para muchos de los docentes son contenidos temáticos obligatorios del área de ciencias naturales que deben desarrollar en sus planes de aula, generando entonces en los estudiantes la necesidad de aprender conocimientos sin sentido y significado para sus vidas.

De esta manera es importante para la presente investigación comprender si los resultados de las Pruebas Saber 11° de las Instituciones Educativas del Municipio de Cúcuta guardan relación con el desarrollo y apropiación de las competencias científicas en los estudiantes en un proceso de formación, que se evidencia en la manera en que estos se enfrentan con su saber, actuar y ser a las realidades de sus propias vidas.

1.2 Formulación del Problema

Atendiendo a la problemática planteada anteriormente, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede evidenciar el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° en el Municipio de Cúcuta?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Comprender el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° 2019 en el Municipio de Cúcuta.

1.3.2 Objetivos específicos. Analizar los Referentes Teóricos Nacionales para la Formación en Ciencias Naturales que permitan configurar un Marco de Análisis entre los Resultados de la Evaluación Saber 11° y el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes.

Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.

Develar elementos orientadores que permitan fortalecer la relación entre el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en su Formación en Ciencias Naturales y los Resultados de la Evaluación Saber 11°.

1.4 Justificación

La Formación en Ciencias hoy día exige mecanismos que permitan desarrollar Competencias Científicas en los estudiantes para que los acerquen a la ciencia y con ello puedan explicar fenómenos y resolver situaciones de su propio contexto de manera científica, sustituyendo el paradigma tradicional de enseñanza y aprendizaje de las ciencias basado en la transmisión verbal del conocimiento científico acabado por un paradigma emergente de orientación constructivista (Furió, 1994). Es por ello, que se hace sumamente necesario la presente investigación porque ofrece elementos conceptuales para comprender la relación del desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias

Naturales y los Resultados de las Evaluaciones de la Educación Media, Saber 11°, que aporta a una enseñanza y aprendizaje de la ciencia que trate desde su propia naturaleza y no aquella que hoy día no coincide con la ciencia realmente existente, una ciencia que sea concebida como construcción social y que relacione como lo ejemplifican (Pozo & Gómez, 1998; citados por Bravo, Pesa & Pozo, 2012) los principios de los saberes intuitivo y los saberes de la ciencia (ontológico, epistemológico y conceptual) y que por tanto los productos de la ciencia vuelvan a la comprensión y transformación de la misma realidad. Aportes de esta investigación que pueden orientar la ciencia escolar en su transformación desde los currículos y planes de estudio de las Instituciones Educativas del país, en el que además de los contenidos disciplinares, de los aspectos relacionados con la historia, naturaleza de las ciencias y el quehacer científico, también permitan la reflexión de los estudiantes sobre qué son, cómo se hacen y quiénes hacen las ciencias, y como todo ello se vincula con las problemáticas e intereses de su propio contexto de vida.

De la misma manera, esta investigación contribuye a fortalecer la visión de las *Ciencias de la Naturaleza* desde la dinámica del Mundo de la Vida, que implica una infraestructura de sentidos y significados, es el horizonte y el contexto que posibilita la experiencia humana y, por lo mismo, el prerrequisito de toda conciencia de mundo, es decir, una ciencia que parta del estudio de la realidad desde cada uno de sus componentes (biológico, químico y físico) y vuelva a ella para explicarla como un todo integrado de significaciones.

Una investigación que ofrece a los *maestros* un análisis de la evaluación de las competencias científicas en la formación en ciencias naturales en los estudiantes, para que a la luz de este diseñen en sus planes de área propuestas metodológicas, pedagógicas y didácticas para la enseñanza de fenómenos naturales y la evaluación de los mismos desde la naturaleza propia y dinámica de la ciencia, que permitan la indagación, el uso y comprensión del conocimiento científico en los estudiantes para explicar fenómenos naturales y resolver situaciones problema de su contexto, en el que la evaluación sea el instrumento para reconocer los avances en esa construcción misma del conocimiento científico. Además, del valor actual que tiene el desarrollo de las competencias científicas en los educandos para adaptarse a este mundo cambiante en el que la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en el avance de las comunidades. Con esto también la necesidad de que los maestros analicen los referentes nacionales de ciencias naturales, los apropien e investiguen los paradigmas emergentes de enseñanza y aprendizaje que fortalezcan

sus prácticas educativas.

Un estudio investigativo importante porque evidencia la necesidad de incluir la *investigación* en todos los niveles de formación para que este desarrollo de competencias científicas en los estudiantes se logre de manera gradual, significativa e integral en todas las áreas del conocimiento.

De ahí, que también este proyecto de investigación suma aportes a los *estudiantes* para que reconozcan la importancia de la capacidad de dudar, preguntar e indagar como primer paso para construir conocimientos significativos que promuevan el desarrollo de competencias científicas y les permita acercarse a la ciencia como científicos o como ciudadanos participes en una sociedad moldeada cada día más por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología.

A su vez, desde la esencia misma de la presente investigación se brinda un análisis de los Marcos de Referencia de los Exámenes de Estado para la Evaluación de la Calidad de la Educación Media Saber 11° en Ciencias Naturales, para que se convierta un campo de investigación tanto para el MEN, el ICFES, las Secretarías de Educación, las Instituciones Educativas y Docentes, con el que se pueda pensar en una *Evaluación* integral, formativa y pertinente como actividad crítica de aprendizaje que permite adquirir conocimiento (Álvarez, 2001) y que valore las competencias científicas como aquellas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñen (Hernández, 2005), más allá de puntajes y promedios que posicionan las Instituciones Educativas o como el requisito para ingresar a la Educación Universitaria.

Por otro lado, este proceso de investigación tiene un valor agregado al hacer parte del *Macroproyecto Institucional* desarrollado por la Universidad Simón Bolívar “Trascendencia de las Prácticas Evaluativas in-situ sobre la Calidad Educativa”, ya que el campo de la *evaluación educativa* no ha sido ampliamente investigado por los propios autores de la educación y más aún no se ha considerado como instrumento que permite evidenciar el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en el área de ciencias naturales. De allí, que esta investigación sea vital para iniciar en este camino de construcción de ciencia en los estudiantes, a partir del desarrollo de competencias científicas propias del mundo de la naturaleza y que la evaluación sea ese medio de aprendizaje para desarrollarlas, porque solo así se alcanzarán verdaderos procesos de formación en ciencia y por ende los resultados de la evaluación estarán dados desde ese mismo aprendizaje, resultados que quizás lleguen o sobrepasen los promedios deseables por el

ICFES, pero más que eso, se estará entonces cumpliendo con las grandes metas de la Formación en Ciencias Naturales.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Los antecedentes del proyecto de investigación se construyen mediante el abordaje de diversas investigaciones que se han realizado sobre el objeto de estudio, ya que como lo afirma Arias (2006), “los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p.106), con ello se evidencia la necesidad de citar los siguientes antecedentes que permitan orientar la fundamentación teórica centrada en el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales y su relación con los resultados de las Pruebas Saber 11°, agrupados desde las dos grandes categorías de análisis “Formación y Evaluación en Ciencia. El estudio de esta investigación se soporta desde el reconocimiento de investigaciones que, a nivel internacional, nacional y municipal, aportan al estudio de correspondencia en el proceso de formación y evaluación en ciencias naturales.

2.1.1 Formación en ciencias. El estudio del proceso de formación en ciencias naturales se dará inicio bajo la mirada internacional, mediante una investigación realizada por la Universidad Valladolid de España titulada “*Estrategias docentes en secundaria: una experiencia de aprendizaje cooperativo en ciencias naturales*” Reguera (2013), cuyos objetivos plantean profundizar, reflexionar, analizar el diseño y desarrollo en el conocimiento del aprendizaje cooperativo en Ciencias Naturales como proceso de formación de estrategia docente, se llevó a cabo en el colegio la Salle Palencia-España a un grupo heterogéneo formado por 25 alumnos de 3° ESO de clase media, mediante una metodología cualitativa enfocada a varias experiencias innovadoras de formación en el aprendizaje de la asignatura de biología y geología. Con ello concluyeron que el proceso de formación debe ser motivacional, innovador que permita el uso de la experimentación y la práctica como base de aprendizaje permitiendo que se facilite su comprensión y si se hace de manera cooperativa permitirá a los alumnos construir la teoría de lo experimentado. Conclusiones que aportan a la investigación parte esencial del pensamiento científico afianzando el proceso de formación de las ciencias naturales mediante el aprendizaje cooperativo, propiciando generar nuevas percepciones de su entorno, originando el desarrollo de las competencias mediante el aprendizaje significativo permitiendo así afianzar las competencias científicas logrando obtener la asimilación del contenido y la aplicabilidad del mismo en su entorno.

Seguidamente, el trabajo de investigación de la Universidad tecnológica Equinoccial de Ibarra- Ecuador titulado “*Metodologías didácticas aplicadas por los docentes en las ciencias naturales para el desarrollo de destrezas básicas*” por Albán (2010), que tuvo como objetivo establecer los métodos y técnicas utilizadas por los docentes en la enseñanza de las Ciencias Naturales mediante, la identificación y evaluación de destrezas desarrolladas en los estudiantes de octavo año de educación básica del instituto Técnico Superior República del Ecuador durante el año lectivo 2008-2009. A partir de un diseño metodológico flexible, tipo cuantitativo y cualitativo la cual permitieron establecer la línea de base referente a las metodologías usadas actualmente en el proceso de formación por los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales; del uso de la entrevista, encuesta y observación como técnicas de recolección de información se logró determinar en un alto porcentaje de maestros (80%) no puede describir aspectos como los objetivos escritos en la reforma curricular; situación que demuestra la falta de uso de este documento como herramienta de formación educativa así mismo la prevalencia de prácticas tradicionales en el proceso de formación-enseñanza pues son aplicados de una manera mecánica no sistemática con faltas de innovación limitando el desarrollo de destrezas en los estudiantes e imposibilitando la no satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje. Aportando a este trabajo de investigación la importancia de la incidencia de las diferentes metodologías didácticas aplicadas en el aula por los maestros, siendo este el factor prioritario del proceso de formación, desarrollo de competencias y obtención de buenos resultados en las diferentes las diferentes pruebas.

Otro referente importante para la propuesta, es el estudio elaborado en la Universidad Estatal de Milagro de Ecuador, titulado “*Habilidades del pensamiento en las ciencias naturales*” realizado por Hidalgo (2011), que tuvo por objetivo aplicar habilidades de pensamiento que ayuden en el desarrollo cognitivo de las ciencias naturales de los niños y niñas del 4° año de educación básica del centro educativo Eugenio Espejo del Cantón milagro en el año lectivo 2010-2011. Para esto se utilizó una metodología aplicada exploratoria y experimental que permitió ver la importancia que tienen el uso de estrategias metodológicas activas en el proceso enseñanza-aprendizaje en las diversas áreas de estudio pero en particular de las ciencias naturales para la creación de habilidades del pensamiento que generen aprendizaje significativo, llegando a conclusiones relevantes para este trabajo de investigación tal como la importancia que tienen el uso de estrategias activas metodológicas en el proceso de enseñanza- aprendizaje en ciencias

naturales, las cuales permiten cumplir el objetivo de la educación y el desarrollo de las habilidades del pensamiento para llegar a un aprendizaje significativo.

Si se toma conciencia que la educación necesita innovación se requiere de manera contundente un cambio en la metodología tradicional que genere interés donde el docente se convierta en facilitador permanente, logrando el desarrollo de sus habilidades por medio de actividades que se evidencien en la forma de adquirir los conocimientos y sean capaces de reflejar con criterio propio, crítico y reflexivo todos los conocimientos.

Continuando con la investigación de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán de Tegucigalpa (Honduras) titulado *“Formación de competencias investigativas en las y los estudiantes de la asignatura de ciencias naturales de tercer curso de ciclo común en el instituto Gabriela Núñez”* por Sánchez (2012), cuyo objetivo es valorar en los educandos el desarrollo de competencias investigativas por medio de la asignatura de Ciencias Naturales, de tercer curso de ciclo común; la investigación se fundamentó en un paradigma socio crítico la cual se construyó un sistema de recogida de datos mediante técnicas cualitativas, arrojando resultados y conclusiones que permitieron evidenciar como principal fuente el bajo desempeño en la competencia de “Aplicación del conocimiento de la ciencia para la toma de decisiones favorables a una situación determinada en base a fomentar el bajo desempeño, el bienestar de la comunidad y el desarrollo sostenible”, impidiendo que los educandos puedan dar solución a una situación y de la misma manera aplicar los conocimientos adquiridos. Del anterior trabajo se aporta a esta investigación y se reafirma la importancia de establecer métodos de formación aptos que faciliten el desarrollo del pensamiento y el fortalecimiento de las competencias científicas permitiendo al estudiante la aplicabilidad de los conocimientos en

Y entonces, aquí se hace relevante referenciar la investigación de Castro & Ramírez (2013), quienes trabajaron sobre *“La Enseñanza de las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Competencias Científicas”*, en el que buscaban analizar los aspectos que se esconden detrás de la problemática en torno a la enseñanza de las ciencias naturales para a partir de ello proponer orientaciones didácticas que permitieran el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de Básica Secundaria, empleando una investigación aplicada, de carácter descriptivo-interpretativo con dos fases, en la que primero realizaron un diagnóstico de la situación actual de las enseñanzas de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias y luego el diseño de una propuesta didáctica desde la investigación y resolución de problemas en el aula de clases,

relacionando la ciencia, la tecnología y la sociedad en un aprendizaje contextualizado. Después de haber aplicado y analizado cada una de las fases de la investigación, concluyeron que existen grandes brechas filosóficas, epistemológicas y didácticas entre las Orientaciones Nacionales del Ministerio de Educación Nacional y la de las Instituciones Educativas porque en la práctica docente no se evidencian factores básicos para el desarrollo de competencias científicas en Ciencias Naturales en los estudiantes y por el contrario sigue primando una enseñanza tradicional, así mismo los recursos y ambientes de aprendizaje no permiten desarrollar capacidades como plantear preguntas, observar, reflexionar, solucionar problemas, ni mucho menos investigar ya que no se dan espacios para la exploración del contexto natural de los estudiantes y las actividades prácticas de laboratorio. Además, observaron la poca actualización de los docentes en torno a la naturaleza de la ciencia y su enseñanza para el desarrollo de las competencias científicas. Para ello plantean la investigación en el aula, la resolución de problemas y una evaluación reflexiva que tenga en cuenta los elementos cognitivos, procedimentales y actitudinales como propuestas didácticas que permiten el desarrollo de dichas competencias. Conclusiones que aportan a la presente investigación elementos orientadores sobre la naturaleza de las ciencias naturales, su verdadera esencia, su enseñanza, propuestas didácticas para la contextualización del conocimiento científico y las propuestas nacionales que buscan el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes a través de la investigación y la solución de problemas en contexto, así como procesos de evaluación integrales y reflexivos, que hagan de las Ciencias Naturales una estrecha relación entre el mundo de la vida, la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Siguiendo esta línea de investigación, se hace sumamente importante analizar estudios relacionados con el desarrollo de competencias científicas, ya que son estas las que le permiten a los estudiantes desenvolverse en el mundo de la vida, así por ejemplo Coronado & Arteta (2015), en su investigación sobre *“Las Competencias científicas que propician docentes de Ciencias Naturales”*, de la Fundación Universidad del Norte-Barranquilla, cuyo propósito fue determinar los desempeños científicos que dos docentes de ciencias naturales propician en los educandos de noveno grado y mostrar las diferentes estrategias didácticas utilizadas por los docentes de ciencias naturales, para favorecer las competencias científicas en el aula, permitiendo así, retroalimentar el quehacer educativo para lograr un proceso de formación integral. Emplearon un enfoque de investigación cualitativo-interpretativo, dado que buscaban identificar las

competencias de referencias en el mejoramiento del proceso enseñanza- aprendizaje de los estudiantes para luego interpretar el desarrollo de las mismas en el aula y en los contextos significativos de los discentes objeto de estudio; con un diseño de dos estudios de casos, generalizando sobre el pensamiento del docente y la acción de los participantes del estudio. Con ello concluyeron que las competencias científicas propiciadas por los docentes de Ciencias Naturales en el aula fueron: identificar, indagar, comunicar, explicar y trabajar en grupo, siendo esta última la más fortalecida en el proceso; además encontraron un sesgo entre las formas de evaluar en el aula y lo aplicado por el Estado en las pruebas externas. Se evidenció en la praxis pedagógica el deseo de desarrollar competencias científicas en los estudiantes, pero no tienen claridad sobre las mismas en el sentido que no las llaman con propiedad, lo que demuestra que los docentes siguen empleando métodos tradicionales centrados en el desarrollo de logros, limitando el cabal desarrollo de mejores niveles de competencias científicas. Conclusiones que aportan a la presente investigación la importancia de construir espacios para desarrollar las competencias científicas en los estudiantes desde un trabajo pedagógico y didáctico fundamentado de los docentes, por lo que se hace indispensable que los maestros conozcan paradigmas emergentes distintos a los tradicionales para lograr este desarrollo de competencias científicas en ciencias naturales y que la evaluación en el aula esté a disposición de mejorar este proceso de aprendizaje y deje ser un instrumento totalmente distinto al que se aplica en las pruebas externas.

Asimismo, lo consideraron Barrios & Lozano (2018), en su *“Análisis de la competencia científica - explicación de fenómenos como punto de partida en la caracterización de la enseñanza de las ciencias naturales con estudiantes del grado 5° de la I.E central sede San Carlos del municipio de Saldaña – Tolima”*, en el que analizaron la competencia científica desde la explicación de fenómenos, como punto de partida para fortalecer la enseñanza de las Ciencias Naturales, a través de un enfoque mixto de investigación, en el que incluyeron un proceso de recolección, análisis e implementación de información de tipo cuantitativo y cualitativo, así como un estudio de tipo exploratorio - descriptivo; obteniendo como resultados parciales de la investigación que los estudiantes de Grado quinto de la I.E. presentan dificultades en el desarrollo de la competencia científica –explicación de fenómenos, que influyen en la construcción del conocimiento científico, y un buen proceso de evaluación permite determinar acciones pedagógicas encaminadas a potencializar el desarrollo de la competencia científica – explicación

de fenómenos, para mejorar la enseñanza de las Ciencias Naturales. Estos resultados, de nuevo evidencian a la presente investigación que existen grandes dificultades en el país en relación al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes y que por esto es necesario renovar las prácticas educativas y el rol del estudiante, para posibilitar fortalecer las competencias científicas, desde la explicación de fenómenos, en la construcción del conocimiento.

Por otra parte Figueredo (2016), en su *“Análisis documental de dos proyectos curriculares en ciencias naturales de profesores de preescolar y primaria”*, tuvo un propósito el cual fue realizar un análisis sobre los sillabus correspondientes a las ciencias naturales y su enseñanza, de dos universidades representativas: Universidad distrital Francisco José de Caldas y Universidad pedagógica nacional de la ciudad de Bogotá, buscando saber qué tipo de formación reciben los futuros profesores en los niveles educativos de preescolar y básica primaria en ciencias naturales desde elementos epistemológicos, didácticos y pedagógicos; dicha investigación se desarrolló mediante una metodología de enfoque cualitativo teniendo en cuenta el paradigma interpretativo, basándose en una investigación documental detallada que permitió fraccionar la investigación en tres grandes momentos para así facilitar el análisis respectivo de cada una de las etapas, tenemos como primer momento la revisión de documentos de los antecedentes relacionados con la formación de ciencias naturales en los niveles educativos de preescolar y básica primaria comprendidos en los años 2010 a 2014, en un segundo momento se indagó los modelos de formación de profesores de primaria en ciencias a través de su abordaje estableciendo categorías para el análisis de los documentos seleccionados, seguidamente el tercer momento de la investigación tuvo un enfoque cualitativo por medio del análisis documental de los componentes formativos relacionados con las ciencias naturales y su enseñanza y finalmente se examinaron los syllabus de las universidades tratadas desde la formación para la enseñanza de las ciencias naturales que permitieron ser referentes posibilitando una valoración a nivel interno en las instituciones que poseen proyectos curriculares.

Finalmente, se concluyó luego de la revisión documental y el desarrollo de la investigación que al realizar el análisis respectivo se logró identificar la escases de los estudios realizados sobre la formación que reciben los futuros profesores, para la enseñanza de las ciencias naturales y un aspecto clave que se observó es que al profundizar en los saberes que implica la enseñanza de las ciencias naturales permitió que los profesores de los niveles educativos de preescolar y básica primaria pudieran contar con mayores elementos desde lo epistemológico,

didáctico y pedagógico, profesionalizando su actividad y contribuyendo a través de la enseñanza de las ciencias en la mejora de las condiciones de niños y niñas, seguidamente los análisis realizados en la investigación permitieron identificar que en los proyectos curriculares no solo se debe abordar la forma como las ciencias naturales deben ser enseñadas, sino que el futuro profesor debe hacer una profundización de sus saberes desde elementos epistemológicos, históricos y sociológicos que le permitirán tener un conocimiento científico escolar y una transformación de contenidos como apoyo a la enseñanza – aprendizaje reafirmando la imagen del profesor acorde a las necesidades actuales en búsqueda de su profesionalización desarrollando la capacidad para interpretar el mundo natural, buscando que su enseñanza en los niveles educativos fortalezca el pensamiento científico. Por tanto, la presente investigación permitirá contribuir a este proyecto desde sus análisis verificar cómo se está dando la formación en ciencias naturales en estos niveles educativos, así mismo permitirá evidenciar las escasas indagaciones en formación que imposibilitarán ampliar nuevas estrategias que contribuyan al proceso de formación de docentes en ciencias naturales encaminado a un desarrollo científico en el aula de clase y en la aplicabilidad en el contexto social.

Unido a lo anterior es de total importancia en el proceso de formación de ciencias naturales la implementación de estrategias y nuevas herramientas que le permitan al estudiante el indagar e ir más allá tal como lo menciona Vásquez, Ibáñez & Becerra (2013), en su investigación titulada “*La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas*”, investigación realizada con estudiantes de último año de un colegio público de la ciudad de Bogotá, la cual tuvo por objeto desarrollar las competencias científicas propuestas por el marco conceptual de alfabetización científica del programa internacional de evaluación de Estudiantes(PISA), a través de la implementación de una estrategia didáctica orientada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida y enfocada al estudio de la contaminación química del agua. El trabajo investigativo se desarrollo desde la metodología cualitativa abordando la intervención de aula mediante el enfoque metodológico de investigación-acción y se centró en la identificación de los niveles de desempeño de los estudiantes y en el seguimiento a cada competencia.

La estrategia didáctica fue la intervención en el aula que se desarrollo en tres momentos específicos- etapa diagnostica-etapa de transición y desarrollo y finalmente la evaluación. Los resultados obtenidos evidenciaron que los modelos basados en investigación permiten replantear

las practicas educativas de enseñanza favoreciendo el desarrollo de las competencias dejando de lado el modelo tradicional de transmisión y repetición de conceptos; logrando que los estudiantes abandonen el papel pasivo de receptores y se conviertan en actores principales del proceso de aprendizaje a través, de la formulación de proyectos, las cuales se propician el desarrollo de algunos desempeños propios de la actividad científica en el contexto de la escuela.

La implementación del modelo de aprendizaje por investigación dirigida permitió desarrollar actividades que fomentaron el trabajo colectivo y generaron los espacios para lograr un aprendizaje significativo a través del desarrollo de procesos inherentes a competencias científicas como las propuestas por PISA, es de vital importancia tener en cuenta que los estudiantes que no han tenido formación basada en procesos investigativos obtienen resultados desfavorables en pruebas en las que deben evidenciar sus conocimientos para trabajar con eficacia en situaciones relacionadas con temas científicos, además concluyeron que desde el punto de vista de PISA las competencias científicas se configuraron en el marco de la investigación como la oportunidad para introducir pruebas contextualizadas permitiendo desarrollar habilidades y procesos científicos de tipo escolar, de la misma forma generar en ellos la apropiación del conocimiento de este fenómeno haciéndolo significativo. Razón por la cual contribuye a esta investigación orientando que de acuerdo a los resultados obtenidos en diversas pruebas, llegaría a hacer una acontecimiento que puede afectar el desempeño de los estudiantes de pregrado o posgrado el no haber trabajado en su proceso de formación con la estrategia didáctica de investigación puesto que esta permite adaptarse a los intereses y necesidades de los estudiantes favoreciendo su aprendizaje y procurando además la construcción de conceptos, el desarrollo de actitudes y aptitudes positivas hacia la ciencia.

Siguiendo con la importancia que tienen en el proceso de formación en ciencias las diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje, García (2015), contribuye con su investigación titulada “*Metodologías didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en zonas rurales del municipio de Obando – Valle del Cauca*” de Palmira cuyo propósito fue analizar las metodologías, que se están utilizando actualmente en la zona rural del municipio de Obando en el proceso de enseñanza –aprendizaje de las Ciencias Naturales y su impacto. Investigación que se llevo a cabo bajo un enfoque cualitativo mediante estudios de casos utilizados para analizar las metodologías implementadas actualmente para la enseñanza de las ciencias, se dieron hallazgos importantes como los son la continuación de metodología de

enseñanza tradicional concluyendo que las condiciones de la zona, junto con la falta de recursos son los principales obstáculos que limitan el desarrollo de metodologías más significativas en el proceso de formación seguido de la falta de motivación por lo anteriormente nombrado recomiendan un proceso de socialización y reflexión en torno a las diversas estrategias y alternativas con miras hacia la transformación de la práctica docente teniendo en cuenta el aprovechamiento del contexto rural orientándolo hacia la generación de conocimiento más dinámico, activo e innovador. Conforme a lo anterior se tienen en cuenta para esta investigación algunos factores que pueden llegar a influir en el desempeño académico del estudiante como lo son las metodologías didácticas para la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales implementadas por los maestros, falta de motivación, falta de recursos junto con los escasos espacios que permiten la investigación, sin dejar a un lado el poco o nulo uso de laboratorios de experimentación unido a la falta de innovación, formación y capacitación continua a los docentes.

Otra referencia importante para la investigación en cuanto a la formación en competencias, se destaca el estudio realizado Universidad del Nariño, titulada *“Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. Un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales”* estudio realizado por Torres, Mora & Ceballos (2013), cuyo propósito fundamental fue establecer en cada una de las competencias científicas desarrolladas, el nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes de quinto y sexto de nivel de educación básica como forma de intervenir la realidad para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación en el área de ciencias naturales comprendido en los años 2010 y 2011 en el departamento de Nariño mediante una metodología cuyo enfoque fue cualitativo de tipo investigación acción. Con ello concluyeron que la enseñanza de las ciencias naturales apoyada en estrategias didácticas alternativas de indagación se aborda desde acciones de los profesores, innovadoras del aprendizaje significativo y cooperativo que permite la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento. Finalmente, a partir de los hallazgos se pueden derivar recomendaciones en el sentido de continuar el trabajo orientado al desarrollo de competencias por parte. Finalmente, a partir de los hallazgos se pueden derivar recomendaciones en el sentido de continuar e insistir en nuevas investigaciones que avancen en el conocimiento sobre la relación de las estrategias alternativas de aula que potencien el desarrollo de dichas competencias. Hallazgos que nos permiten seguir indagando en la investigación en cuanto a la obtención de buenos resultados a partir de unas buenas prácticas en el aula de clase,

participación activa y el proceso de formación de las competencias científicas.

Desde la categoría de Formación a nivel municipal en Ciencias, se destaca el estudio realizado por Salamanca & Hernández (2018), titulado “*La Enseñanza en Ciencias: La investigación como estrategia pedagógica*”, en el que buscaron establecer si la investigación como estrategia pedagógica en química con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Marcos García Carrillo del corregimiento de la Donjuana- Municipio de Bochalema, Norte de Santander, permitía mejorar su competencia en investigación. Por lo que a través de una metodología cuasi experimental consistida en obtener datos, intervenir pedagógicamente y comparar grupos, mediante tres fases, en el que primero identificaron el nivel de competencias científicas en los estudiantes, segundo reconocieron los indicadores de desempeño de los estudiantes una vez se aplicó la investigación como estrategia pedagógica en química y por último compararon el nivel de competencias científicas de los estudiantes antes y después de la aplicación de esta esta estrategia pedagógica. Obteniendo como conclusiones que la Investigación como estrategia pedagógica (IEP) sí fortaleció el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de décimo grado, teniendo mayor incidencia en la competencia de “explicación de fenómenos”, seguido de la competencia “uso comprensivo de conocimiento científico” y finalmente el menor desempeño lo obtuvieron en la competencia “indagación”, además de que esta estrategia desde un modelo constructivista social puede ser una herramienta significativa para el aprendizaje en los estudiantes. Resultados que orientan el presente proceso de investigación desde una formación en ciencias, ya que evidencian en sus conclusiones que la investigación como estrategia pedagógica mejora los procesos de desarrollo de los tres grandes grupos de competencias científicas en ciencias naturales, además de ser la investigación una herramienta para construir aprendizajes significativos en los estudiantes.

2.1.2 Evaluación en ciencias. Ahora bien, en un proceso de formación en ciencias para el desarrollo de competencias científicas es preciso revisar los referentes sobre evaluación en ciencias como indicadores de los avances de este logro para los procesos educativos nivel internacional y nacional: por esto se hace pertinente considerar este tipo de investigaciones a nivel internacional tal como lo es la investigación de la Universidad Complutense de Madrid, España titulada “*El bajo rendimiento escolar de los estudiantes argentinos en el programa PISA en los años 2000 y 2006*” de la autoría de Rodrigo (2013). El programa PISA no pretende evaluar conocimientos curriculares, sino competencias o destrezas necesarias para la vida adulta; Este

trabajo de investigación tuvo como propósito evaluar el alcance y el significado del “fracaso escolar” de los estudiantes argentinos en las pruebas del programa PISA, se usó un enfoque cuantitativo puesto que de acuerdo a los resultados en los años estudiados se llegó a la conclusión de que el bajo rendimiento de los argentinos quedó asociado al inferior nivel de cobertura y el financiamiento del sistema de enseñanza a la composición social de la población del país y la gestión de la educación. La tesis se presentó como una contribución a los estudios que destacan el rol de los organismos internacionales en la elaboración y propagación a nivel mundial, así a través de programas de evaluación como PISA, el propósito de la OCDE en el campo de la educación ya no es meramente informativo, sino que se convierte en un espacio que permite identificar y analizar las variables asociadas al “fracaso escolar “. Y este análisis de la investigación contribuye a este trabajo con algunas recomendaciones que se tuvieron en cuenta de acuerdo a sus conclusiones, así como lo fue el aumentar el grado de nivel de exigencia, el aumento salarial, la mejora de la calidad y equidad de la enseñanza, conclusiones que nos pueden orientar para indagar acerca de los diferentes causantes de los bajos desempeños en las pruebas del programa PISA.

Con base en los resultados a nivel internacional es importante indagar a nivel nacional los factores que ha influido e interfieren los diferentes procesos de evaluación, tal como contribuye a esta investigación Acevedo (2005), en su trabajo *“TIMSS Y PISA. Dos Proyectos Internacionales de Evaluación del Aprendizaje Escolar en Ciencias”*, proyectos de aplicación nacionales e internaciones del aprendizaje escolar en ciencias usados como una medida global de la calidad de los diferentes sistemas educativos aclarando el objetivo de cada una como lo es, para TIMMS (estudio internacional de tendencias en matemáticas y la ciencia) evaluación internacional de los estudiantes de cuarto de primaria en todo el mundo, PISSA (programa para la evaluación internacional de los alumnos) se basa en el análisis del rendimiento de estudiantes en lengua, matemáticas y ciencias a partir de unos exámenes que se realizan cada tres años en varios países con el fin de determinar la valoración internacional de los alumnos. Este informe es llevado a cabo por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que se encarga de la realización de pruebas estandarizadas a estudiantes de 15 años. El proyecto referente a las pruebas TIMSS manifiesta que su aplicabilidad partió por primera vez en 1995 con una ejecución cada 4 años, seguida 1999 dando como resultado en el 2003, comparaciones contrastadas del rendimiento entre los países participantes proporcionando posibles razones para

explicar las diferencias encontradas hallando causas tales como las diferentes metodologías didácticas de sus profesores o recursos disponibles en sus escuelas. La evaluación cuantitativa aplicada para el año 2003 se basó en contenidos de dominios de contenido como lo son ciencias de la vida como química, física, ciencias de la tierra, ciencias medioambientales e investigación científica y en dominios cognitivos tales como comprensión conceptual, conocimiento factual y razonamiento y análisis.

El segundo proyecto es promovido por la OCDE (organización económica para la cooperación y desarrollo) llamado PISA cuyo objetivo es evaluar cuantitativamente resultados de los sistemas educativos. La evaluación se centró en la alfabetización lectora en el año 2000, matemáticas en el año 2003 y científica en el año 2006, diseñada para orientar políticas educativas de los países miembros de esta organización, para hacer seguimiento de los progresos en cada área se evalúa cada 3 años, y se pone en acento en un área de conocimiento cada 9 años.

La aplicabilidad de la prueba se maneja en un rango de 15 años de edad, permitiendo así determinar los conocimientos y destrezas que han adquirido para desenvolverse en la vida y para la elección de estudios posteriores; de la misma forma comparar y analizar por parte de las políticas educativas los resultados obtenidos con los de otros países cuyo fin es obtener una visión nueva para impulsar, orientar, reestructurar las reformas de la enseñanza, la mejora de estrategias y recursos, en los diferentes centros educativos que obtienen bajo desempeño para mejorar en las tres grandes dimensiones de la evaluación (destrezas, conceptos y áreas de aplicación del conocimiento) y la eficiencia de los mismos.

Este artículo ofrece la claridad de cómo la evaluación en ciencias se da a nivel internacional partir de estos dos proyectos que permiten ser objetivos, medir el rendimiento entre países y lograr así resultados que arrojan luces a las entidades responsables con el fin de diagnosticar, formar y sumar al proceso de aplicabilidad de las ciencias en los estudiantes; es importante resaltar en los proyectos la variabilidad de tipología de las preguntas, tales como preguntas abiertas basadas en un texto real a una situación real, medio ambiente, ciencia y sin dejar a un lado el valioso aprendizaje de las ciencias por medio de las CTS –ciencia, tecnología y sociedad.

A propósito de la categoría de formación en ciencias y su evaluación, Yus, Fernández, Gallardo, Barquín, Sepúlveda & Servan (2011), realizan una investigación sobre “*La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA*” en la

que analizaron el rendimiento de estudiantes a partir de pruebas estandarizadas, ya que formula como fin hacer una valoración internacional de las competencias alcanzadas por los estudiantes de 15 años de las pruebas PISA para el área de ciencias en los años 2000 a 2006 usando metodológicamente una matriz de seis capacidades científicas (reproducción, aplicación, reflexión, transferencia, heurística y argumentación), dando como resultado que este tipo de pruebas requieren que los estudiantes manejen capacidades científicas como lo son aplicación y reflexión de los contenidos, seguidamente el no discernir entre el concepto global de competencia según OCDE y lo que objetivamente evalúa el programa PISA, teniendo en cuenta que la funcionalidad de las pruebas en el cual evalúa capacidades de manera individual dificultando no mostrar el avance en desarrollo y aplicabilidad de competencias en las escuelas por los estudiantes que presentaron la prueba.

Resultados que orientan la presente investigación acerca del enfoque de evaluación, la cual gira en torno al valor a los conocimientos adquiridos en el aula o de manera empírica; permitiendo así desarrollar sus capacidades y actitudes para dar solución a una dificultad, dando de forma fructífera la aplicabilidad de las habilidades en ciencias para llegar a ser competente, satisfaciendo una necesidad en la sociedad.

En relación con la evaluación, se destaca de la Corporación Universitaria Adventista de Medellín de autoría Medina & Salazar (2015), el proyecto titulado *“Implementación del proyecto pro-saber 11 en el grado 11° del colegio Ekklesia para fortalecer las competencias que se evalúan en la prueba saber 11-2015 y lograr un desempeño medio-alto en las pruebas de estado”* cuyo propósito es la indagación, solución de cómo lograr un desempeño medio-alto en la prueba saber 11- 2015 presentada por los estudiantes del grado once de la institución. Se tomó como enfoque del proyecto la investigación cualitativa usando las técnicas de observación, entrevista y lluvia de ideas; su desarrollo se dio por medio de tres etapas comprendidas de la siguiente manera: realización de pruebas para determinar el nivel de avance en cuanto a conocimientos, desarrollo de destrezas y habilidades, seguidamente de la socialización de resultados, creando un plan de mejoramiento en Ciencias naturales, sociales, lenguaje, matemáticas e inglés y finalmente se implementó el plan de mejoramiento académico. Obteniendo resultados propuestos el cual se vieron evidenciados en promedios ubicados sobre 60 en algunas áreas y entre 70 y 80 en las otras, logrando que sus estudiantes se ubicaran en un nivel medio –alto en la prueba presentada. Dicha investigación nos permite abordar diferentes

estrategias que se pueden implementar para la mejora de los desempeños en la prueba saber teniendo en cuenta la implementación de los planes de mejoramiento por medio de la transversalización de las competencias, logrando un aprendizaje integrado, significativo e innovador con miras a una mejor calidad educativa así mismo la implementación por parte de las directivas y padres familia para la realización del proyecto saber pro en los grados 3°, 5°, 7° y 9° a fin de prepararles de manera efectiva para la preparación de las pruebas.

Continuando con el proceso de evaluación a nivel nacional se encuentra la presente investigación en Medellín por realizada por Petro (2017), titulada “*Evaluación de aprendizajes por competencias científicas en el área de ciencias naturales y educación ambiental del grado 7 de la IE José Miguel de Restrepo y Puerta municipio de Copacabana*” bajo la dirección de la universidad nacional de Colombia el cual tuvo como objetivos diseñar y validar el contenido de una propuesta de evaluación de aprendizajes basados en competencias científicas en el grado 7, que responda a los requerimientos de la política educativa del país, así mismo diagnosticar el grado de desarrollo de las competencias científicas mediante diferentes técnicas e instrumentos de evaluación que logren analizar los elementos utilizados y proponer prácticas que contribuyan a mejorar los desempeños en competencias y finalmente sea implementada mediante un experiencia piloto de acuerdo a lo referido en el SIE para obtener una evaluación autentica utilizando un enfoque cualitativo con otro cuantitativo, siendo de tipo exploratorio-descriptivo analizando de tal manera lo que imposibilita la evaluación autentica bajo una observación en cuanto a la construcción del conocimiento y las formas de aprendizaje que presentan utilizando como instrumento una prueba piloto teniendo como pilar la investigación-acción dividida en 4 fases. Diagnóstico y preparación de la propuesta, revisión bibliográfica de trabajos, documentos, artículos que contribuyan a la propuesta, diseño de los componentes de las competencias científicas, aplicación de la propuesta con la comunidad educativa y la fase final es el análisis de una experiencia piloto de evaluación de competencias científicas.

La muestra tomada fueron 245 alumnos la cual luego de la aplicación de las 4 fases se pudo llegar a conclusiones importantes tales como que no hay seguimientos en los modelos o formas de evaluar y se recomienda una ruta metodológica puesto que las evaluaciones actuales con mas que todo actualizaciones tradicionales, y solo en algunos casos se logra salir de estos esquemas, se aplica la metodología o formatos de las pruebas Saber, es necesario hacer del aprendizaje de las ciencias naturales y del desarrollo de competencias científicas con el fin de

favorecer la construcción de una nación incluyente, sugiere docentes investigadores e innovadores que permitan la apropiación del que hacer pedagógico, desde el contexto del aula esta investigación es importante para nuestro proyecto puesto que se realiza un proceso de triangulación con el fin de buscar estrategias que le permitan a los docentes implementar el proceso de evaluación para la formación de los estudiantes no solo en pruebas saber sino en la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos.

De la misma manera Hoyos & Hoyos (2017), plantean una investigación titulada *“Enseñanza y evaluación de las ciencias naturales para desarrollo de las competencias científicas bajo la dirección de la Universidad de Córdoba”* en el cual se expone uno de los principales problemas que enfrenta el sector colombiano educativo, el cual es el poco desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, la falta de las competencias científicas afecta la calidad de la educación y la buena formación de los estudiantes los cuales son la base de la sociedad.

La investigación fue realizada en la institución educativa Andrés Rodríguez Balseiro de Sahagún Córdoba, la cual es de carácter pública y mixta; esta investigación esta aplicada bajo una metodología cualitativa –descriptiva, utilizando la observación directa, encuestas y entrevistas como métodos de recolección de la información con el propósito de indagar y analizar las relaciones de correspondencia entre los métodos de enseñanza y los métodos de evaluación utilizados por los docentes en el área de ciencias naturales y educación ambiental para el desarrollo de las competencias científicas. Luego de la investigación los resultados permitieron discernir una falta metodológica para la enseñanza en el cual la evaluación se concibe como herramienta cuantificable del saber, el desarrollo de la investigación implico un aporte conceptual y metodológico para un trabajo de formación continua con los docentes en ejercicio de la institución, a partir de la reflexión sobre la forma en que se está ejerciendo su labor y así se logró detectar las falencias junto con estrategias que permitirán mejorarlas para potencializar el desarrollo de las competencias en los estudiantes en aras del fortalecimiento educativo.

Esta investigación aporta a nuestro proyecto la importancia de las estrategias metodológicas por parte de los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje afecta de manera directa el interés por la asignatura, el aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de las competencias en ciencias en donde la evaluación y los métodos evaluativos utilizados por los docentes cohíben el desarrollo de las competencias inhabilitando la capacidad de argumentar,

proponer e indagar, en este orden es fundamental tener en cuenta el proceso evaluativo la cual es nuestro pilar que de acuerdo a esta investigación queda relegada a un papel donde solo es utilizada como un indicador cuantificable de la memorización de los contenidos ya que el método evaluativo por excelencia es cuestionarios y poco aporta al desarrollo de competencias en ciencia.

De esta forma se destaca el estudio titulado “*Prueba PISA: un análisis desde las habilidades básicas*” de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, (Díaz, 2016), la cual se enfoca en el análisis de la prueba PISA desde las habilidades básicas educativas se realizó el estudio cualitativo interpretativo, mediante el método estadístico-descriptivo que permitió clasificar las respuestas de las pruebas pisa en las categorías de análisis. Usando cuatro categorías de análisis tales como el uso de herramientas de manera interactiva, interactuar con grupos heterogéneos, actuar de forma autónoma y contexto de reactivos. Se aplicaron preguntas y respuestas de las pruebas liberadas por PISA en el 2000 al 2006. El propósito del estudio consistió en analizar la concepción de habilidad que subyace en la prueba PISA y la relación las habilidades definidas en el sistema educativo colombiano. Esta investigación arroja como resultado en cuanto a la prueba PISA en cuanto a las preguntas de la prueba son enfocadas en el proceso de evaluación de las diferentes habilidades y como el contexto de las preguntas influye en los estudiantes. Como conclusión de la presente investigación encontró que el componente interpretativo es fuerte, las preguntas planteadas por PISA dependen en gran medida de varios factores, entre los cuales se identificaron: el contexto de los reactivos, la teoría implícita, la teoría comprensión de textos, de la misma manera las pruebas PISA involucran al estudiante ya que lo hacen protagonista de la situación. Las preguntas de la prueba PISA son diseñadas por los miembros de la OCDE en la cual se evalúan las habilidades acordes con su desarrollo económico; en consecuencia, la interpretación de textos, el interactuar en grupos heterogéneos, el actuar con autonomía, la movilización de conocimientos, habilidades y destrezas, les facilita a sus estudiantes afrontar la prueba pisa con mayores herramientas que lo estudiantes de los países latinos. Por ello esta investigación aporta al proyecto la necesidad de tener en cuenta los diferentes ámbitos sociales en el cual se desenvuelve el estudiante y la estrategia de ampliar en los estudiantes el campo de acción cultural, conocimiento económico y temas científicos que generan discusiones, polémicas éticas y científicas.

La investigación encontró que el concepto de habilidad dado por la OCDE-PISA es similar en la terminología utilizada por el MEN, pero la aplicación que hace aquella es más

profunda, más elaborada, son preguntas que abordan interpretación y aplicación. Por lo tanto, es necesario afianzar y fortalecer las habilidades básicas educativas y llevarlas al plano de aplicación personal de los estudiantes para que la calidad educativa pueda rendir mejores resultados.

2.2 Referentes Teóricos

Analizar el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales y su relación con los resultados de la Evaluación de la Educación Saber 11° requiere del sustento de fundamentos teóricos sólidos que permitan evidenciar cómo estas competencias científicas favorecerán la formación de ciudadanos capaces de enfrentarse al mundo de la vida desde la esencia misma de las Ciencias Naturales y cómo su evaluación está determinada por la construcción y apropiación que hacen los estudiantes de estas competencias científicas a lo largo de su educación escolar. Es por ello, que los referentes teóricos que se abordan están definidos desde las categorías de análisis de “Formación en Ciencias y Evaluación en Ciencias”, ya que orientan el camino que conduce a dar respuesta a la pregunta de investigación.

Inicialmente se plantean los referentes teóricos para la categoría de “Formación en Ciencias” desde las dimensiones de la Educación científica (Pozo & Gómez, 1992) y el Ser y Deber Ser de la Enseñanza de las Ciencias (Porlán, 2018); la Formación basada en Competencias (Tobón, 2005); y las Competencias Científicas (Hernández, 2005). Se continúa con los referentes teóricos para la categoría de “Evaluación en Ciencias” desde las dimensiones de la Naturaleza y Sentido de la Evaluación (Álvarez, 2001), ¿Cómo evaluar la Competencia Científica? (Cañal, 2012) y la Propuesta de Modelo de Evaluación Multidimensional de los Aprendizajes en Ciencias Naturales y su Relación con la Estructura de la Didáctica de las Ciencias (Tovar, 2003).

Finalmente se plantean los referentes nacionales relacionados con estas dos categorías de análisis como lo son los Lineamientos Curriculares (Ministerio de Educación Nacional, 1998), Estándares Básicos de Competencias (Ministerio de Educación Nacional, 2006), Matrices de Referencia (ICFES, 2015), Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Ministerio de Educación Nacional, 2016), Marco de Referencia para la Evaluación, ICFES- Prueba de Ciencias Naturales Saber 11° (ICFES, 2019) y el Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo- Ciencias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017).

2.2.1 Hacia una verdadera formación en ciencias: una mirada desde Juan Ignacio Pozo Muncio, Miguel Ángel Gómez Crespo y Rafael Porlán Ariza. El aprender y enseñar ciencias ha sido un campo de investigación muy amplio del que han surgido nuevas propuestas para lograr el éxito de los procesos educativos tanto en su organización, como en actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación; “es por ello que para hablar de ciencia hay que diferenciar los tres tipos principales de contenidos verbales como lo son los datos, los conceptos y los principios” (Pozo & Gómez, 1992, p.4), ya que tener un dato o conocer un hecho es muy diferente a darle sentido y significado, para comprender los datos se necesitan de conceptos que se relacionen entre sí y relacionen estos datos dentro de una red de significados que puedan explicar el por qué se producen y qué consecuencias tiene, es decir, comprender un dato es más difícil que simplemente conocerlo, y es ahí donde la ciencia encuentra su valor, ya que permite proporcionar marcos conceptuales para alcanzar dicha comprensión. Entonces, el aprender y enseñar ciencias va más allá de orientar un conjunto de datos o sistema de conceptos y la educación científica debe situarse en el contexto de una sociedad en la que sobran innumerables datos o informaciones, pero faltan muchos marcos conceptuales para interpretarlos.

Este aprendizaje de conceptos en la ciencia puede darse desde los principios o conceptos estructurantes de una disciplina y desde los conceptos específicos; comprender nociones más específicas requiere del dominio de esos principios generales, de tal manera que una de las metas de la formación en ciencias sería la asimilación o construcción por los estudiantes de esos principios o conceptos estructurantes, a los que deben llegar a través de los contenidos conceptuales específicos de las materias, que conforman el listado habitual de contenidos conceptuales. Con esto, Pozo (1996), afirma:

Los hechos, los conceptos específicos y los principios implican un gradiente creciente de generalidad, de tal modo que los contenidos más específicos deberían ser el medio para acceder a los contenidos más generales, que constituirían propiamente las capacidades a desarrollar. (p.6)

De manera que se debe permitir que los estudiantes adquieran conceptos, es decir, sean capaces de dotar de significado una información que se le presenta o comprenderla, en el que comprender es equivalente a traducir algo a las propias palabras. Por tanto, los estudiantes aprenden conceptos relacionándolos con los conocimientos previos que poseen. Un aprendizaje de conceptos que se caracteriza por matices cualitativos que no tiene en cuenta si el estudiante lo

comprende o no, sino cómo lo comprende; un rasgo sumamente importante del aprendizaje de conceptos científicos que debe considerarse en la evaluación, en la que se debe diferenciar cuándo el estudiante ha aprendido algo como un hecho o cuándo como un concepto, para no confundir un aprendizaje de hechos con un aprendizaje de conceptos.

Entonces estas ideas están dirigidas a evaluar el aprendizaje conceptual con criterios abiertos y flexibles, que consideren el proceso de comprensión de manera gradual, ya que es prácticamente imposible lograr una comprensión óptima, así como lo mostró Ausubel, Novak & Hanesian (1978), en su teoría sobre el aprendizaje significativo, “en el que se deben cumplir ciertas condiciones para que tenga lugar la comprensión” (Pozo & Gómez, 1992, p.9)

Así, la educación científica debe estar dirigida a darle sentido y significado al mundo que nos rodea, comprender sus leyes y principios, y la mejor forma de aprender los hechos de la ciencia es comprenderlos, por esto comprender algo es más difícil que repetirlo, enseñar conceptos es más complejo que enseñar datos, pero solo una relación entre el conocimiento de los estudiantes y el conocimiento científico, teniendo en cuenta sus diferencias puede ayudar a los estudiantes a comprender el significado de los modelos científicos y que se interesen por ellos. De esta manera es importante conocer las concepciones de los estudiantes (tanto de origen sensorial, cultural y escolar), “conocer el conocimiento cotidiano que forma representaciones de un fenómeno, no para sustituir este conocimiento por otro, sino para modificar las relaciones entre ese conocimiento que son las que determinan su significado- cambio conceptual” (Pozo & Gómez, 1992, p.24), aunque sin dejar de lado los supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales en lo que se apoyan el conocimiento común y el conocimiento científico.

Cada una de esas diferencias se considera una dimensión de cambio en el aprendizaje de la ciencia. Así como lo sustentan Pozo & Gómez (1992):

Ese conocimiento cotidiano, y los supuestos en que se basa, se pueden reestructurar o reinterpretar a partir de otras formas de conocimiento más complejas, pero raramente se abandona o se elimina de la mente del alumno, ya que resulta de una gran eficacia cognitiva y adaptativa. (p.27)

Por tanto, aprender ciencia requiere de trascender esas diferencias entre las teorías implícitas y teorías científicas, a su vez que la educación científica debe favorecer las relaciones entre las formas de conocimiento cotidiano y científico.

Para Porlán (2018), “los estudiantes tienen ideas y son capaces de reelaborarlas en situaciones adecuadas, por lo que les llama sujetos epistémicos” (p.7).

Para Pérez, 2013 (citado por Porlán, 2018):

También son portadores de intereses, necesidades y emociones vinculadas a la experiencia vivida, a la cultura de edad y a la de pertenencia, que constituyen su identidad como sujetos, formando todo ello un conjunto de variables que condicionan de manera determinante el proceso de aprendizaje.

Con ello, la educación científica puede ser un medio para favorecer el enriquecimiento del conocimiento común, en el que tanto estudiantes como docentes siendo sujetos epistémicos condicionan cualquier proceso de cambio. Además, esto permitirá enseñar una ciencia contextualizada que inicie con el abordaje de problemas y preguntas que interesen a todos, promoviendo la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad capaz de resolver sus problemas. Ya que la naturaleza de la ciencia que se está enseñando no coincide con la ciencia realmente existente, pues se transmite una ciencia entendida como un producto terminado, absoluto y neutral, que ignora el carácter relativo, sistémico y evolutivo de la ciencia. Se está intentando enseñar una ciencia descontextualizada de la vida diaria de los que aprenden, desconectando el conocimiento común y el científico, lo que ha llevado a una coexistencia social de grupos minoritarios muy especializados en el dominio del conocimiento científico y una ciudadanía empobrecida intelectualmente con creencias simplistas sobre los fenómenos que los afectan, que genera una reducción en la capacidad formadora y transformadora de una cultura científica al servicio de la sociedad, que promueva la solución de problemas, el espíritu científico y la intersubjetividad constructiva. (Porlán, 2018, p.7-9)

Por tal razón, Porlán (2018), plantea un paradigma de una educación científica coherente con los avances de la investigación y la innovación, un paradigma que contribuya a un cambio educativo global en todos los niveles escolares.

El nuevo paradigma debe prepararlos para el compromiso y la acción solidaria en la resolución de los grandes problemas y necesidades de nuestro mundo local y global y a favor de las mayorías sociales y del planeta. (Levinson, 2010; Santos & Mortimer, 2001; Vilches, Gil & Praia, 2011, citados por Porlán, 2018, p.10)

Es decir, los procesos educativos deben ser experiencias ejemplificadoras de la sociedad que se anhela, ya que las instituciones educativas son centros de transformación social, ambiental, política y cultural para el bienestar colectivo. De manera que la educación científica promueva una alfabetización científica crítica en la que el conocimiento no sea un instrumento de poder social, sino por el contrario ese camino de formación en ciencias sea un proceso de elaboración y reconstrucción de los esquemas de significado tanto de los que aprenden como de los que enseñan, con el objetivo de que sirva para intervenir ya en la realidad presente.

Un paradigma emergente que Porlán (2018), en su propuesta curricular, lo expresa desde los contenidos, la metodología y la evaluación. Los contenidos deben ser entendidos como procesos y sistemas de significado que orientan el proceso de enseñanza y aprendizaje y no como productos acabados; deben ser abordados desde el análisis sociohistórico, epistemológico y didáctico de la disciplina que se enseña; han de integrar la dimensión conceptual, procedimental, emocional y ética del ser humano; han de concebirse y representarse de una manera sistémica y diseñarse de manera dinámica, incorporando su carácter progresivo. La metodología debe ser de tipo investigativa basada en la formulación de problemas que amplíen el interés de los estudiantes; han de incluir actividades autónomas en la que los estudiantes expresen y reelaboren hipótesis; actividades de contraste, para generalizar y aplicar y de metareflexión. La evaluación ha de ser investigativa y para el aprendizaje, basada en el análisis de la evolución de los aprendizajes de los estudiantes, que permita analizar los modelos finales y compararlos con los resultados iniciales, que favorezcan las estrategias pedagógicas y didácticas para el futuro; que promueva la autoevaluación de los estudiantes, para que les permita orientar su propio proceso de aprendizaje; lleve también a valorar el compromiso con la tarea y el desarrollo de los procedimientos y valores previstos; así como haciendo partícipes a los que aprenden para que analicen la propuesta del docente, realicen aportaciones de mejora y puedan convertirse también en sujetos de la evaluación.

Es así, como desde estos aportes teóricos se expresa la relevancia de los procesos de Formación en Ciencias en los estudiantes, ya que estos permiten darle sentido y significado a los conocimientos que aprenden a lo largo de su educación escolar, para que puedan aplicarlos en la solución de situaciones de la vida cotidiana de manera científica; una formación en ciencias que se apoya desde el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, y que se abordan en los siguientes apartados.

2.2.2 Formación en ciencias basada en competencias. Ahora bien, una Formación en Ciencias basada en Competencias que para Tobón (2005) es una propuesta que surge del aprendizaje significativo y va orientado a la formación humana integral, en el que se integra la teoría con la práctica y:

Fomenta la construcción del aprendizaje autónomo; orienta la formación y el afianzamiento del proyecto Ético de vida; busca el desarrollo del espíritu emprendedor como base del crecimiento personal y del desarrollo socioeconómico; y fundamenta la organización curricular con base en proyectos y problemas, trascendiendo de esta manera el currículo basado en asignaturas compartimentadas. (p.15)

Entonces, Tobón (2005) le llama hacia un pensamiento complejo visto desde un Enfoque Socioformativo Complejo ya que facilita la formación de las competencias a partir de la articulación de la educación con los procesos sociales, comunitarios, ambientales, políticos y económicos en los que viven las personas para que de forma contextualizada las actividades respondan a sus intereses y necesidades. Un enfoque que lleva a reconceptualizar el proceso de formación humana en el marco de propuestas epistemológicas tradicionales, dado que los procesos educativos no son lineales sino dinámicos en torno a las relaciones sociales, contextuales y personales de quien aprende, es decir, la supervivencia de la sociedad sólo se hace posible a través de la educación. Pero las Instituciones Educativas no son las únicas responsables de este proceso de formación basado en competencias, también lo son el eje social, el sector laboral-empresarial- económico, la familia y el compromiso mismo de quien se forma.

Aunque durante la última década se han tenido avances en la conceptualización de las competencias, actualmente hay grandes vacíos en este enfoque que han dificultado de forma significativa su empleo en la educación, así por ejemplo, tienden a ser conceptualizadas de manera reduccionista y fragmentada en busca sólo de la eficacia y eficiencia al servicio de intereses económicos; se ha incluido en la educación como una moda desde el marco de un pensamiento acrítico y descontextualizado; falta de claridad en la estructura conceptual del término de competencia, lo que lleva a confundirse con otros conceptos como funciones, destrezas o estándares; faltan metodologías para que los maestros diseñen los currículos por competencias que tengan en cuenta los nuevos paradigmas; ausencia de un modelo conceptual explicativo de este que relacione el saber ser, el saber conocer y el saber hacer; y finalmente, la docencia aún sigue siendo gobernada por la enseñanza magistral y expositiva con escasa

articulación con las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Es por ello, que Tobón (2005), hace una conceptualización del Pensamiento Complejo desde un enfoque socioformativo complejo, que permita dejar atrás la formación humana desde la concepción tradicional en la educación basada en una perspectiva rígida, fragmentada y descontextualizada del proceso de autorrealización y del tejido socioeconómico complejo, para avanzar en un proceso de pensamiento que complementa la epistemología sistémica posibilitando un método de construcción de saberes que tenga en cuenta el entretejido de las partes, la construcción de relaciones, el caos, el cambio y la incertidumbre; lo que implica asumir una formación de competencias que considere el proceso educativo como un sistema al interior de toda institución educativa que a su vez interrelaciona con los sistemas externos a ella, por lo que entonces, la mirada en todo proyecto orientado por competencias debe enfocarse a los estudiantes (con sus competencias de entrada y competencias de egreso), gestionando el talento humano necesario para llevar a cabo la formación de las competencias esperadas, acorde con los requerimientos de la vida cotidiana, de la sociedad, de las disciplinas, de la investigación y del mundo productivo (laboral), todo esto enmarcado en el Proyecto Educativo Institucional acordado con todos los colectivos que conforman la institución. Es por esto que la formación se concreta en cuatro procesos básicos interdependientes: docencia, aprendizaje, investigación y extensión, siendo necesarios todos para formar competencias.

Con lo anterior, se evidencia integrar la implementación de una política de gestión de calidad que asegure realmente la formación de competencias acorde con el Proyecto Educativo Institucional y con los correspondientes mecanismos de retroalimentación, control y mejora, que conlleve a generar un verdadero impacto en el mejoramiento de la calidad de la educación, y este debe corresponderse a su vez con un sistema de gestión y de evaluación de la calidad por parte del Estado y de entidades privadas independientes. Pero hoy día las competencias se están abordando en la educación desde un marco de descontextualización paradigmática, así por ejemplo lo afirma (Zubiría, 2002, citado por Tobón, 2005), ya que no se puede sacar una noción como competencias de un paradigma teórico, y ponerla a operacionalizar y a funcionalizar en otro, porque desde este paradigma implica que, si una categoría se saca del sistema, es necesario sacar las tesis anexas, las tesis dominantes y las subordinadas. Es así, como la noción de competencias ha sido sacada arbitrariamente de un paradigma teórico y se ha aplicado a otras áreas de una forma asistemática y desconexa, sin tenerse como base criterios claros de referencia,

sin reflexionar sobre la noción de teoría y el concepto de paradigma, lo que ha generado una gran confusión que da lugar a que las competencias se vuelvan un listado totalmente arbitrario de lo que sea.

Y entonces, se olvida lo que se ha propuesto conceptualizar sobre las competencias como procesos complejos que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver problemas y realizar actividades (de la vida cotidiana y del contexto laboral profesional), aportando a la construcción y transformación de la realidad, para lo cual integran el saber ser (automotivación, iniciativa y trabajo colaborativo con otros), el saber conocer (observar, explicar, comprender y analizar) y el saber hacer (desempeño basado en procedimientos y estrategias), teniendo en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades personales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto, asumiendo las consecuencias de los actos y buscando el bienestar humano. (Gallego, 1999; citado por Tobón, 2005, p.69)

Una formación basada en competencias con desempeño idóneo que requiere la integración de los tres saberes, el saber ser con el saber conocer y el saber hacer:

Saber ser: Se relaciona con la articulación de diversos contenidos afectivo-motivacionales que se caracteriza por la construcción de la identidad personal y la conciencia y control del proceso emocional-actitudinal en la realización de una actividad. Este saber permite la apertura mental, la disposición, el interés, el querer y el sentido de reto.

Saber conocer: Es el saber que pone en acción-actuación un conjunto de herramientas necesarias para procesar la información de manera significativa acorde con las expectativas individuales, las propias capacidades y los requerimientos de una situación en particular.

Saber Hacer: Es el saber de la actuación en la realidad, de forma sistemática y reflexiva, que busca la consecución de metas, de acuerdo con determinados criterios. Consiste en saber actuar con respecto a la realización de una actividad o la resolución de un problema, comprendiendo el contexto y teniendo como base la planeación. (Gallego, 1999; citado por Tobón, 2005, p.190)

Siendo este, un proceso complejo que articula los procesos cognoscitivos (ser-sensibilización, conocer-transferencia, hacer-desempeño), instrumentos (ser-afectivos, conocer-cognitivos, hacer- de actuación) y estrategias (ser-emocionales, conocer-cognitivas, hacer-actuacionales).

Un proceso de formación complejo que demanda nuevas formas de evaluar dando énfasis a la valoración de los desempeños contextualizados a un determinado entorno. Así como lo sustenta Tobón en que la valoración de las competencias necesita de tres procesos interdependientes como la autovaloración (el estudiante mismo valora la formación de sus competencias), co-valoración (los estudiantes valoran entre sí sus competencias) y hetero-valoración (la hace una persona de las competencias de otra). (Gallego, 1999; citado por Tobón, 2005, p.252)

De esta manera, Tobón deja en manifiesto que una forma de reemplazar los modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias es a través de un pensamiento complejo desde un enfoque Socioformativo Complejo, que permita el desarrollo de competencias en los que aprenden desde la integración de los saberes (ser, conocer y hacer), pero que también esta propuesta debe ser integrada con una política de gestión de calidad, que promueva verdaderamente el mejoramiento de la calidad de la educación y que también corresponda con un sistema de gestión y de evaluación de la calidad por parte del Estado, pertinente y coherente con el contexto en que se desarrollan los procesos educativos.

Por esta razón, se hace necesario profundizar en el desarrollo de competencias concebidas de manera científica como lo hace Carlos Augusto Hernández.

2.2.3 Más allá de las competencias: desarrollo de competencias científicas como acercamiento a la formación en ciencias. Continuando con el proceso de formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas, cabe citar la aclaración que hace Hernández (2005) de competencias científicas:

Podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. (p.1)

Es por ello, que tanto científicos como ciudadanos deben establecer una relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, ya que la cotidianidad está siendo cambiada por

las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, que exige un nivel de conocimiento más avanzado y donde las decisiones colectivas sobre aspectos que afectan a todas las personas requieren de conocimiento y del manejo de formas de representaciones abstractas, por lo que se necesita que todos los ciudadanos sean participes en la sociedad que juzguen sobre la legitimidad de las propuestas a la solución de problemas compartidos, para lo cual se exige también la comprensión de lenguajes más elaborados propios de la ciencia.

Se requiere entonces en la educación escolar una formación básica en ciencias en los estudiantes que les permita comprender su entorno y participar en las decisiones sociales, es decir, se trata de desarrollar las competencias necesarias para la formación de un modo de relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, coherente y pertinente con una idea de ciudadano del mundo actual, un ciudadano democrático, participativo, autónomo, reflexivo, crítico, solidario y capaz de comprender y transformar su mundo que requiere la sociedad.

Y para esto, desarrollar las competencias científicas necesarias en el ciudadano de hoy día se requiere de dos referentes fundamentales como lo son, “las ideas rectoras sobre la educación y sus fines y las ideas sobre la naturaleza de los conocimientos científicos, sobre el modo como se producen y sobre su función social” (Hernández, 2005, p.3). Fines de la educación que se encuentran en la Ley General de Educación de Colombia, que pone de manifiesto que en los estudiantes se debe promover más conocimiento para participar en la vida económica, política y cultural de la nación en lo que se ha llamado la sociedad del conocimiento, para que sean ciudadanos que comprendan el lenguaje de las decisiones sociales y puedan predecir las consecuencias de esas decisiones y hacer un juicio reflexivo sobre esas implicaciones.

De manera que las competencias científicas se refieren, en un primer momento, a la capacidad para adquirir y generar conocimientos; pero más que eso, cómo esta capacidad contribuye, más allá de las prácticas específicas de las ciencias, a enriquecer y cualificar la formación ciudadana, ya que tiene un impacto en la vida y en la producción. De allí, el valor de la ciencia como bien cultural cuyas acciones hacen posible la construcción permanente de la sociedad deseable. Y así, Hernández (2005), se pregunta sobre “¿qué formación en ciencias contribuye mejor al desarrollo de las capacidades que es deseable que reúnan los ciudadanos?, o bien, ¿qué aproximación a las ciencias nos forma mejor como ciudadanos?” (p.4), para lo que afirma que, la formación en ciencias no debe ser pensada como una isla separada de la vida

social, ni sólo como sistemas de enunciados, ni prácticas incontaminadas de comunidades de espíritus consagrados enteramente al conocimiento; sino que son el producto del trabajo de personas con intereses, necesidades y deseos, como los maestros y los estudiantes.

Una formación en competencias que sería deseable desarrollar en los estudiantes y que tenga que ver con la apropiación de los contenidos y los métodos de trabajo de las ciencias que les permitan comprender el mundo y actuar en él, es decir, como sistemas de conocimientos útiles para la vida, necesarios para la convivencia y el trabajo, que hacen habitable el mundo; pero también que se refieran a las ciencias como escuelas de racionalidad que favorezcan las formas de interpretación, argumentación y construcción colectiva, formas de crítica y autorreflexión y pautas de trabajo y cooperación.

Una formación en ciencias, una formación en competencias científicas, pensadas desde la formación ciudadana, que desarrolle una serie de competencias coherentes con los propósitos formativos más generales de la construcción de sociedad. Es por esto, que en palabras de Hernández, “no es lo mismo considerar las competencias que es posible evaluar en un examen nacional de elección múltiple, que se aplica en un cierto momento del proceso formativo, que reflexionar sobre las competencias que un maestro puede reconocer y contribuir a desarrollar en el trabajo cotidiano del aula”, por tal motivo, esta formación en ciencias debe ser pensada desde los propios transformadores de la educación “Los Maestros”, así también debe ser reflexionada colectivamente sobre las razones que llevan a pensar la educación desde la perspectiva de las competencias, sobre las orientaciones generales de esta elección, las condiciones generales de la implementación en los procesos de formación y de evaluación de la calidad de la enseñanza y sobre las formas de participación de los actores educativos en las transformaciones que implique la elección de este enfoque; porque continuar en este nuevo paradigma de competencias sólo es posible a través de un proceso colectivo de construcción y apropiación del mismo concepto.

Y siendo mas específico Hernández, afirma que “una orientación por competencias en el campo de la educación depende de tres elementos importantes: el modo como ese significado pueda ampliar el horizonte de las ideas y las prácticas en la educación, el impacto que realmente puedan tener en la calidad de la educación las transformaciones que efectivamente se hagan posibles al emplearlo y la existencia de un proceso de construcción y apropiación colectiva de este concepto en el que participen tanto los organismos responsables de las políticas educativas y los teóricos de la educación como los docentes en ejercicio” (Hernández, 2005, p.15).

Por ello, Hernández (2005) hace la aclaración sobre del qué se trata la competencia científica:

Sería el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos. (p.21)

Con esto, Hernández (2005), añade la idea de “comprensión” ya que conocer no es lo mismo que comprender, pero conocer necesita de una comprensión preliminar, la comprensión está basada en el conocimiento y este no puede proceder sin una preliminar e implícita comprensión. Una comprensión racional que requiere el conocimiento científico, distinto de la comprensión previa, pero que se construye y desarrolla a partir de ella. También añade la idea de “responsabilidad” como una reflexión sobre el significado social de los conocimientos científicos, dado que la ciencia no son solo creaciones de símbolos, que nos acercan a la naturaleza y a nosotros mismos, empleada para resolver necesidades y que han mostrado un poder inmenso (La medicina y astronomía), pero también han dado un enorme poder a quienes las han empleado para la destrucción, para el sometimiento y para la justificación de las inequidades. De allí, que se hace cada vez más necesario comprender las ciencias también en su dimensión social, pues no solo actuamos de cierta manera porque podemos y sabemos hacerlo, sino también porque elegimos hacerlo.

Con lo anterior, el autor resume que lo importante es lo que el concepto de competencia pueda proponer al que hacer del docente y el modo como ayude a clarificar las especificidades y los significados sociales de los conocimientos científicos; lo valioso está en el análisis concreto de lo que se aspira a conseguir en los distintos niveles escolares y en la aplicación concreta de los conceptos a las prácticas de trabajo en las distintas ciencias en donde se resuelve el problema de la polisemia inicial de los términos. Así mismo, es importante asegurar que los estudiantes adquieran unas competencias que les permitan emplear sus conocimientos para mejorar sus condiciones de vida y continuar aprendiendo, lo cual implica mantener vivo el deseo y la voluntad de saber. Por ello, la escuela debería crear el espacio para disfrutar del conocimiento, pero también para emplearlo en formas distintas, una de las cuales es precisamente producir nuevos conocimientos.

Así es, como Hernández expresa la evidencia de que para sobrevivir en esta sociedad globalizada se requiere la apropiación del conocimiento científico, que permita comprender los

avances tecnológicos, además de poder acceder a los bienes y valores de la cultura, a su vez puedan construir y defender una sociedad democrática, libre y justa. Una apropiación de las competencias científicas que se alcanzan si se consideran las ciencias como sistemas de conocimientos útiles para la vida y como mapas para la acción, y como escuelas de racionalidad o prácticas paradigmáticas.

Después de configurar los referentes teóricos en torno a la Formación en Ciencias, se continúa con los aportes teóricos relacionados con la Evaluación en Ciencias, que permita evidenciar un verdadero proceso de valoración del desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

2.2.4 La evaluación con intención formativa. El docente Álvarez (2001) es un referente que hace una distinción clara en el término de Evaluación con intención formativa, ya que esta “no es igual a medir ni a calificar, ni tan siquiera a corregir. Evaluar tampoco es clasificar ni es examinar ni aplicar test” (p.2), como es vista hoy día, en el que la evaluación se relaciona con actividades de calificar, medir, clasificar, corregir, examinar, certificar, pero que si bien comparten un campo semántico se diferencian por los recursos que utilizan y los usos y fines a los que sirven. Es por ello, que en la educación se debe entender la evaluación como “actividad crítica de aprendizaje, porque se asume que la evaluación es aprendizaje en el sentido que por ella adquirimos conocimiento” (Álvarez, 2001, p.2). Es decir, tanto maestros como estudiantes aprenden de y con la evaluación, más cuando el estudiante aprende de su propia evaluación y de la corrección, de la información contrastada que le ofrece el docente, que será siempre crítica y argumentada, pero nunca descalificadora ni penalizadora.

Debe entenderse entonces, de que la evaluación está al servicio del conocimiento y del aprendizaje, y al servicio de los intereses formativos a los que básicamente debe servir, ya que se aprende de ella cuando se convierte en actividad de conocimiento, y en acto de aprendizaje en el momento de la corrección. Es decir, que sólo cuando se asegura el aprendizaje se podrá asegurar la evaluación. Una verdadera evaluación que forma, es aquella en que ella misma se transforma en medio de aprendizaje y en expresión de saberes. En la que los estudiantes encuentran su oportunidad para poner en práctica sus conocimientos, defiendan sus ideas y saberes y también surjan dudas e inseguridades, pero sin el temor de subir o bajar puntos en escalas tan borrosas como son las de la calificación, sino que por el contrario abra el camino para avanzar conjuntamente en la apropiación, en la formación del propio pensamiento, que se está formando.

Una evaluación que debe estar siempre al servicio principalmente de los actores principales del proceso de enseñanza y de aprendizaje, aunque especialmente al servicio de los sujetos que aprenden, ya que esta es la esencia misma de la evaluación formativa. Por tanto, una evaluación que no forma y de la que no aprenden quienes participan en ella debe descartarse en los niveles básicos de educación, dado que ella misma debe ser recurso de formación y oportunidad de aprendizaje. Así, la evaluación debe ser procesual, continua, integral, lejos de ser tareas discretas, discontinuas, aisladas, insignificantes en su aislamiento. Una evaluación distinta a lo que hoy se concibe como un apéndice de la enseñanza. Como vemos las actuales formas de la evaluación educativa se caracterizan por la orientación a la comprensión y al aprendizaje, que buscan el entendimiento entre los sujetos que participan en esta, además de buscar la comprensión de los contenidos de aprendizaje; pero también se caracteriza como una acción estratégica orientada al examen, que persigue prioritariamente el éxito, que en el contexto de aula se promulga un éxito inmediato y efímero y artificial de los exámenes.

Así mismo, la evaluación educativa de hoy se preocupa más en la forma en que el estudiante aprende, sin descuidar la calidad de lo que aprende. Dos procesos que unidos mantienen su sentido, pero que muchas veces llevan a dividirlos, desligando el proceso de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Una división que no ha permitido ni tan siquiera una evaluación formativa, lo que entonces no ha permitido ser un instrumento de aprendizaje para una formación en ciencias, ya que al igual que esta última, la evaluación se ha introducido en las prácticas educativas sin fuertes reflexiones, sin referencias a marcos conceptuales, a los contextos sociales y culturales, al momento histórico y a los intereses a los que responden y en los que resulta.

De allí, que Álvarez (2001), plantee la importancia de conocer la naturaleza y sentido de la evaluación, aludiendo la estrecha relación entre el conocimiento y la evaluación, porque el conocimiento debe ser el referente teórico que de sentido global al proceso de evaluación, ya que es aquí donde radica el sentido y el significado de la misma, dado que cuando la evaluación se separa del conocimiento se convierte en una herramienta meramente instrumental que sirve para todo, pero que valdrá muy poco en el campo de la formación integral de los estudiantes. Con esto Álvarez (2001), afirma que:

La evaluación esté estrechamente ligada a la naturaleza del conocimiento. Una vez esclarecida ésta, la evaluación debe ajustarse a ella si quiere ser fiel y mantener la

coherencia epistemológica que le dé consistencia y credibilidad práctica, manteniendo la cohesión entre la concepción y las realizaciones concretas. (p.9)

Esto significa que el sentido y significado de la evaluación resulta de la visión que se tenga del conocimiento (positivismo, hermenéutica, nueva sociología, teoría crítica, epistemología genética o constructivismo), de la interpretación del conocimiento que representan y del análisis de las bases epistemológicas en las que las formas de evaluar se fundamentan.

Ahora bien, no se puede sobrestimar la evaluación en cuanto a rendimiento ya que distorsiona el conocimiento, divide en partes insignificantes la información que se considera más importante para la puntuación, y termina confundiendo lo que merece la pena aprender con lo que se sospecha que va a ser objeto de evaluación, es decir, llevará a que el estudiante le dé más valor a aquello que se pregunta en el examen, mientras que lo que no es objeto de examen, carecerá de valor y por tanto de interés. Entonces el valor intrínseco de los contenidos de aprendizaje queda al margen de lo que aparece en el examen.

Esta es la razón por la que Álvarez enfatiza en que una buena enseñanza contribuye positivamente a un buen aprendizaje; y que una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje hace una buena y coherente evaluación. Y con ello una buena evaluación promueve una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje, que iluminará el camino para llegar a descubrir la calidad de lo aprendido y la calidad del modo en que aprende el estudiante, así como las dificultades que encuentra y la naturaleza de las mismas, la pertinencia de lo aprendido y la capacidad para generar nuevos aprendizajes. Una evaluación que mira al valor agregado de la enseñanza como indicador válido de la calidad de la educación.

De lo anterior, se suma que la manera en la que el estudiante aprende es más importante que aquello que aprende, porque facilita el aprendizaje y se descubre la forma de ayudarlo, con lo que se cumple un paso esencial de la formación y clarifica el campo de la evaluación. Esto lleva a que se reestructuren las formas tradicionales de evaluar, pues carecen de interés y de valor formativo, ya que no dicen nada que pueda ayudar a entender estos procesos, por el contrario, cuando se obtienen malos resultados son, si acaso, indicios de que algo no funciona, pero no dice nada sobre las razones que los provocan, que muchas veces no dependen de quien aprende. Así mismo, estas evaluaciones tradicionales tampoco indican nada de la calidad del proceso que desemboca en aprendizaje, ni de la calidad de lo que se da por aprendido.

Se necesita un cambio en la concepción del currículum que conlleve a la vez a un cambio en la concepción de la enseñanza y del aprendizaje; lo que implica variaciones en el tratamiento de los contenidos y también en las formas de entender la evaluación y en los criterios por los cuales ha de ser evaluado aquello que se enseña y aquello que se aprende.

De esta manera, Álvarez hace un claro reconocimiento de la importancia de la evaluación formativa, ya que esta puede ser un indicador fundamental para la calidad de la educación, porque al ser un instrumento de aprendizaje valida los procesos de enseñanza y aprendizaje acordes con las necesidades e intereses de todos los actores del proceso educativo. Una evaluación formativa fundamental para alcanzar procesos de formación en ciencias en los estudiantes, que permita valorar la construcción de conocimiento y aportar al mismo, para fortalecer el desarrollo de las competencias científicas.

2.2.5 Evaluación de la competencia científica. Es preciso, después de abarcar la evaluación con intención formativa, abordar la manera de cómo esta permite valorar la competencia científica. Y es entonces, la pregunta que se hace Cañal (2012) ¿Cómo evaluar la competencia científica?, en la que inicia dándole respuesta a través del concepto mismo de competencia científica, y para ello Cañal cita a Pedrinaci y otros, expresando:

Un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; c) formular e investigar problemas e hipótesis; y d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. (p.5)

Donde resalta que el grado de competencia científica global que tenga un estudiante dependerá, en últimas, de la validez y apropiación que tengan sus actuaciones en las situaciones problemáticas que tenga que afrontar de su vida cotidiana.

Un concepto de competencia que lleva a Cañal (2012), a plantearse dos grandes interrogantes sobre ¿Cómo evaluar si la actuación del docente en el aula está contribuyendo efectivamente al avance de esta competencia? y ¿Cómo abordar la evaluación de la misma en los estudiantes?; comprendiendo que el desarrollo de competencias implica el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, de una manera integrada y no como suma de pequeñas subcompetencias, ya que se trata de saber emplear esos conocimientos integrados en diferentes contextos y situaciones; y que esta competencia científica

no es algo que se posea o no por completo, sino que su desarrollo es un proceso continuo y gradual, en el que se progresa a lo largo de la escolaridad y más allá de la misma. Una comprensión que según (Yus; citado por Cañal, 2012), no es tomada en cuenta en la evaluación PISA porque parece atomizar la noción de competencia, “alejándose con ello de la concepción holística original, al evaluar capacidades aisladamente, lo que posiblemente no permita mostrar con rigor el grado de adquisición por los estudiantes” (p.6).

Es por esto, que un enfoque de competencias, de acuerdo con el conocimiento actual le exige al docente una atención especial al desarrollo de aprendizajes con alto nivel de significatividad, integración y funcionalidad (nivel SIF), por lo que se hace necesario dar prioridad a las metas, procedimientos, instrumentos e indicadores de referencia pertinentes para promover el nivel SIF de los conocimientos que se construyen en el aula, aunque no bastaran las estrategias de enseñanza y de evaluación habituales, sino el diseño de alternativas didácticas y procesos de evaluación válidos que permitan lograr el avance de la competencia científica.

Esta capacidad global para emplear correctamente los esquemas de conocimiento científico-escolar, en el desarrollo de problemas particulares que se le presenten a los estudiantes, depende principalmente del avance de la competencia científica, que, para Cañal, este progreso avanza teniendo en cuenta cuatro dimensiones interrelacionadas: conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.

Dimensión Conceptual. En esta dimensión se incluyen tres capacidades:

Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales: trata de no sólo comprender y saber relacionar entre sí las ideas, sino también saber usarlas para describir, explicar o predecir fenómenos de la realidad cotidiana. Aquí Cañal da un ejemplo de Evaluación del grado de significatividad de aprendizajes básicos concretos, que implica explorar en qué medida el estudiante comprende lo que ha aprendido o hasta qué punto sus nuevos conocimientos se integran con elementos del saber anterior e incluyen nexos con los grandes esquemas interpretativos y de acción que ya poseía. Pero esta significatividad de los aprendizajes no es absoluta, sino que se produce cuando se va asimilando y reconstruyendo los contenidos, al establecer relaciones entre conceptos, destrezas y actitudes que modifican el saber anterior; llevando a una progresiva reorganización y mejora de los esquemas iniciales de comprensión y de actuación sobre situaciones específicas de la realidad.

Para *evaluar el grado de significatividad* de los aprendizajes es necesario situaciones e instrumentos de evaluación que permitan, poner de manifiesto la forma en que el estudiante es capaz de utilizar sus conocimientos en momentos y contextos dados, para interpretar determinados fenómenos de la naturaleza empleando los aprendizajes cuya significatividad se quiere evaluar. Así como, de valorar la distancia existente entre los conocimientos empleados por el estudiante y unos indicadores del grado de significatividad (bajo, medio o alto), como por ejemplo -saber exponer lo aprendido utilizando las propias palabras- exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido- saber emplear el conocimiento personal en relación con un nuevo contenido, contexto o experiencia. (p.7)

Para *evaluar el nivel de integración de los aprendizajes básicos* tanto internamente (asimilando nuevos datos y experiencias) y externamente (estableciendo vínculos con otros conceptos y destrezas), se debe acudir al análisis de sus producciones y al análisis de los registros obtenidos en el curso de actividades como por ejemplo actuaciones personales del estudiante en determinadas situaciones-problema, respuesta personal o colectiva a cuestionarios, tareas de autoevaluación, diario de clase del estudiante, realización o interpretación de mapas conceptuales, debates que promuevan la argumentación, respuesta a preguntas de examen y elaboración e implementación de proyectos de investigación.

Para *evaluar la funcionalidad de los aprendizajes básicos* o su relación con la validez del mismo para utilizarlo adecuadamente en otras situaciones, escolares y extraescolares, implica actividades de observación y de reflexión sobre la realidad.

Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas: Permite al estudiante saber usar conceptos y modelos científico-escolares para identificar que unos hechos o circunstancias son problemáticos, en dónde está el problema, cómo ha podido generarse y posibles soluciones fundamentadas a los interrogantes. Por ejemplo, la evaluación de esta capacidad puede ser analizar las producciones de los estudiantes en el curso de actividades relacionadas con el trabajo en el aula sobre un problema, basándose en indicadores como que, el estudiante se plantea al respecto preguntas, es capaz de interesarse personalmente por encontrar respuesta a esas preguntas, de relacionar este problema con otros y es capaz de formular explicaciones basadas en sus conocimientos y experiencias anteriores.

Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad: Se relaciona con el avanzar en la comprensión de para qué, con qué fundamento y

cómo se elabora el conocimiento científico, aunque para los estudiantes no es tan fácil llegar a distinguir entre los fines, los fundamentos y los métodos de la investigación científica, y los propios de otras aproximaciones a la realidad. Pero si se pueden aproximar a ellos, cuando se les permite evaluar mediante debates, reflexiones u otros formatos de tareas que promuevan la discusión y la argumentación del estudiante, en torno al carácter científico o no, de distintos campos de la ciencia,

Dimensión Metodológica. En esta dimensión, Cañal agrupa cuatro capacidades:

Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación: Es la capacidad de identificar problemas que se puedan investigar desde los fundamentos y metodologías científicas, y de formular posibles hipótesis al respecto y planificar la contrastación de las mismas. Los indicadores de esta capacidad pueden ser, que el estudiante sepa observar y concentrar la atención, la cual puede evaluarse en tareas dirigidas a detectar problemas o preguntas científicas en una situación dada; el estudiante pueda formular problemas en forma científicamente abordable, de manera que reflexione sobre una formulación inicial dada de un interrogante, a fin de mejorar la precisión con que se define y, con ello, lograr que pueda someterse a estudio científico con más posibilidades de éxito; de formular posibles hipótesis o explicaciones que resuelvan el problema y estas tengan alguna base de fundamentación constatable y que su formulación sea lo suficientemente clara y explícita para que pueda someterse a contrastación en la práctica; y de diseñar planes de investigación, que bien si tienen dificultad, se requiere de múltiples experiencias apoyadas por el docente para progresar en su dominio.

Capacidad de obtener información relevante para la investigación. Se refiere a la capacidad que tiene el estudiante para tener criterios y procedimientos adecuados que le permitan buscar, valorar y seleccionar fuentes de información confiable y relevante para la situación investigada y obtener información valiosa de cada fuente. Para evaluar esta capacidad se puede centrar en el análisis de la destreza del estudiante en actividades como buscar y seleccionar fuentes de información fidedignas, mediante el estudio del grado de destreza en el uso de criterios de fiabilidad y relevancia en estas búsquedas y en los procesos de selección de fuentes; así como en el uso de procedimientos e instrumentos de búsqueda, observación y experimentación para la obtención de datos.

Capacidad de procesar la información obtenida: Se trata de la habilidad del estudiante para llevar a organizar e interpretar adecuadamente los datos obtenidos de la investigación. El nivel de desarrollo de esta capacidad se puede evaluar con el análisis de la destreza de los estudiantes en actividades como resumir, comparar, clasificar, cuantificar, leer y hacer tablas y gráficos, establecer relaciones, interpretar resultados y debatir argumentando.

Capacidad de formular conclusiones fundamentadas: Se relaciona con que el estudiante a partir de los resultados que obtiene en un estudio, formule conclusiones relativas a los objetivos, problemas, hipótesis y metodología de la investigación, teniendo en cuenta, en su caso, resultados y conclusiones de investigaciones anteriores sobre la problemática investigada. Esta capacidad puede ser evaluada en los estudiantes con actividades como pedir que formulen conclusiones fundadas en hechos, datos, observaciones o experiencias, con carácter de pruebas, coherentes con los planteamientos, resultados y antecedentes de la investigación; ajusten las conclusiones a los resultados; y redacten las conclusiones basándose en una argumentación bien fundamentada, que tome en consideración, en su caso, datos y conclusiones aportadas por otras personas o estudios anteriores (p.11).

Dimensión actitudinal. Para esta dimensión, relaciona tres capacidades:

Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla: Se relaciona con la capacidad de valorar positivamente las informaciones procedentes de fuentes y procedimientos científicamente confiables y ser críticos con aquellas que no reúnan esos requisitos. Esta capacidad se puede evaluar con actividades que permitan a los estudiantes la ratificación de las informaciones por varias fuentes, la atención que se presta a la cualificación personal de quien ofrece la información, la atención a los procedimientos empleados y a las pruebas para llegar a las conclusiones o ideas propuestas, la detección de fallos o inconsistencias en los argumentos o procedimientos empleados y la comprobación de si el estudiante es capaz de detectar errores en las informaciones.

Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales: Se refiere a la capacidad que tienen los estudiantes para dar respuesta en las situaciones y tareas (debates, cuestionarios, análisis de noticias de actualidad, etc.) que se implementen para ello. Una capacidad que puede evaluarse teniendo en cuenta indicadores como, en la medida en que los estudiantes se interesan por interrogantes

planteados en clase o presentes en el contexto cotidiano, propongan o sean partidarios de iniciativas o soluciones fundamentadas científicamente que favorezcan procesos de desarrollo sostenible, manifiesten interés por el conocimiento en profundidad del origen, consecuencias y posibles soluciones de problemas científicos y socio-ambientales, valoren positivamente la adopción de medidas provistas de fundamentación científica para resolver problemas actuales, y comenten en clase o fuera de ella noticias de televisión o Internet.

Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales: Se relaciona con la capacidad que tienen los estudiantes de llegar a hacer suyos los conocimientos y criterios científicos, conjugados con otros de distinta naturaleza, que les permitan hacer valoraciones y tomar decisiones con autonomía, creatividad y suficiente fundamentación. Además, el estudiante tiene dominio de los procesos de evaluación autorreguladora, que es importante en la construcción y en la implementación de la competencia científica, dado que el estudiante será consciente y valorará sus propios puntos de vista y dudas y, a partir de ese autoconocimiento, puede tener mayores posibilidades de autonomía, creatividad y capacidad crítica (p.13).

Dimensión integrada. Esta dimensión se refiere a la capacidad de los estudiantes para utilizar en forma integrada las anteriores capacidades que les permitan dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del mismo. Esta dimensión integrada es la que permite el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes globalmente, y no capacidad a capacidad, ni tampoco es algo que se desarrolle una vez que el estudiante posea cada una de las capacidades parciales, sino que se van formando a lo largo de la educación escolar, a medida de los avances en el desarrollo de cada una de las capacidades científicas. Por esto, es importante analizar sobre cómo implementar el análisis del proceso de integración sinérgica de las distintas capacidades científicas, y caracterizar las situaciones y tareas que pueden ser adecuadas para esta evaluación global.

De manera que la competencia científica global se manifestará principalmente en el desarrollo de tareas de investigación escolar sobre problemas relativos a contextos cotidianos, ya que es en estas situaciones cuando el estudiante necesitará utilizar en forma integrada las capacidades científicas consideradas anteriormente, porque es aquí cuando necesita encontrar respuestas satisfactorias y pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos de carácter

científico, tecnológico o socio-ambiental que estén presentes en su contexto vital o estén cercanos a ellos (p.15).

Cañal (2012), expone de manera clara un enfoque de competencias desde el desarrollo de aprendizajes con alto nivel de significatividad, integración y funcionalidad (nivel SIF), cuyo progreso avanza a través de cuatro dimensiones interrelacionadas “conceptual, metodológica, actitudinal e integrada” y para ello plantea un resumen sobre la evaluación de los aprendizajes básicos y capacidades en la construcción de la competencia científica, en su artículo sobre “¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? (Cañal, 2012, p.80), donde plantea la dimensión de la competencia científica, las capacidades científicas, los aprendizajes básicos (Saber significativo, integrado y funcional) y las tareas de evaluación e indicadores concretos, como se abordó anteriormente. Y con lo cual concluye lo siguiente:

Evaluar la competencia científica es, por tanto, un reto importante para el profesorado de secundaria, pues exige un difícil cambio de perspectivas sobre las evaluaciones que se acostumbran a realizar y un notable esfuerzo para el desarrollo profesional de sus concepciones y su práctica docente, así como en los objetivos, procedimientos e instrumentos de evaluación que emplea en su aula. (Cañal, 2012, p.82)

Una conclusión que es de suma importancia para el presente proyecto, en el que los aportes de Cañal se convierten en soportes claves para analizar el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en la formación en ciencias naturales y la coherente forma de evaluarlas.

2.2.6 Hacia un modelo de evaluación multidimensional de los aprendizajes en ciencias naturales. Siguiendo los aportes de Cañal (2012), es preciso abordar el Modelo de Evaluación Multidimensional de los Aprendizajes en Ciencias Naturales que propone Tovar (2003), en el que sustenta que:

Hablar de Evaluación en Ciencias exige construir referentes y visiones que no se queden en lo general de la misma evaluación, sino que respondan de manera específica a la estructura de las ciencias. Ahora bien, es de esperar que, en la Evaluación en Ciencias, como uno de los campos problemáticos de la Didáctica de las Ciencias Naturales, también se generen referentes específicos. (p.259)

Dado que, desde el estudio histórico-epistemológico de la construcción de los conocimientos científicos, de la dinámica de las comunidades de especialistas y del contexto en

que ello se dio, es posible proponer una didáctica específica, que no se subordina a principios generales de disciplinas auxiliares; por lo que esta especificidad epistemológica debe ser la misma que soporte la Evaluación en Ciencias.

Es por esto que la evaluación en ciencias debe ser un campo de reflexión de la didáctica de las ciencias que abarque varias dimensiones y en el que se permita responder interrogantes como ¿Qué debe ser la evaluación en ciencias?, ¿Qué se ha privilegiado históricamente en la evaluación en ciencias?, ¿La evaluación en ciencias promueve el cumplimiento de los objetivos de la educación en ciencias?, entre otras. Preguntas que Tovar trata de responder pasando desde de la didáctica de las ciencias naturales a la evaluación en ciencias, en la que los referentes que presenta son versiones de enseñanza de las ciencias que superan la tradicional centrada exclusivamente en lo conceptual, de manera que da relevancia a otros aspectos y dimensiones que se relacionan en las ciencias y que por tanto deben hacer parte de la didáctica y la evaluación.

Y retoma los aportes de Gallego & Pérez (1997) sobre la versión epistemológica constructivista, que consigna elementos de las teorías de Piaget, Vigotsky y Ausubel, en la que proponen analizar aspectos acerca de la construcción de representaciones de conceptos, fenómenos y teorías que consigue el sujeto, las cuales se resignifican en la inevitable interacción con sus pares; de tal manera que el sujeto al interactuar debe dar nuevos significados a sus representaciones y negociar con el contexto social, económico, político y cultural. Una versión que se extiende en el concepto de aprendizaje, ya que los autores definen que no solo se deben buscar cambios de tipo conceptual en el aula, sino que además se debe “buscar el cambio en las Estructuras Conceptuales, Metodológicas, Actitudinales y Axiológicas ECMAA’s del sujeto” (Gallego & Pérez, 1997, p.261). De allí, que la complejidad de la propuesta de Tovar exija una didáctica más amplia y permite tener mayor proximidad a los modelos que dan cuenta de la dinámica de las ciencias. Así mismo, se fundamenta en los aportes de Ladino (2007) sobre la construcción de la autonomía, la formación integral y el aprendizaje, a través de la misma evaluación; y finalmente toma los aportes del Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia (MEN), sobre la estructura de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales que hacen parte de la política educativa del gobierno nacional, en los que se definen los objetivos de los estándares y más específicamente en el área de ciencias naturales, la posibilidad de concebir formas de aproximarse al conocimiento científico, manejo específico de contenidos (del entorno vivo, entorno físico y relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad) y la reflexión

sobre la responsabilidad y compromisos como persona y sociedad. Estándares que muestran un panorama que implica una didáctica y evaluación que abarquen aspectos conceptuales más complejos (relación entre disciplinas), aspectos de procedimiento y aspectos de acción como persona y como sociedad.

Con lo anterior, se reconoce que la evaluación es una de las líneas de investigación de la didáctica como disciplina. A lo que Tovar aporta una propuesta “multidimensional” que permite integrar las dimensiones de la evaluación en ciencias naturales, específicamente con un ejemplo de un problema tecnológico-ambiental desde el referente de la química. En esta propuesta se detallan las dimensiones, así:

Dimensión conceptual: Sustentada desde los principios constructivistas como los aportes de Ausubel en la Teoría de la Asimilación, a través de la cual se apoya el Aprendizaje Significativo, en el que el aprendizaje se da cuando el nuevo conocimiento se ancla a las estructuras conceptuales preexistentes en el sujeto, por lo que se requiere para todo proceso didáctico, empezar por evaluar las estructuras previas, ideas previas o concepciones alternativas del sujeto, de tal manera que se formulen estrategias de enseñanza coherentes con las condiciones y necesidades del estudiante, ya que el conocimiento del estudiante se define como modelos cognitivos del mismo, que muchas veces parece distante del conocimiento científico.

De manera que reconocer las relaciones entre los campos del conocimiento científico, las relaciones entre los mismos y otras disciplinas, necesita ampliar el espectro de estructuras conceptuales a evaluar, por lo que entonces no solo basta con que el docente diagnostique en sus estudiantes el conocimiento de los conceptos, símbolos, códigos, principios, leyes, teorías y lenguaje de la química, sino también es importante considerar, en cierta medida, en la física, biología, matemáticas, ambiente, ciencias sociales, entre otras disciplinas, las cuales históricamente se han relacionado o influido en el desarrollo de la misma química. Dimensión que puede evaluarse ya sea con propuestas verbales, diagramas, ensayos respecto al problema o representaciones.

Dimensión administrativa- metodológica: Esta dimensión conlleva a que desde la didáctica se asuma enseñar, además de lo conceptual, aspectos como el diseño, procedimientos, algoritmos, planeación, organización, estrategias, ejecución de planes, prácticas de laboratorio y formas de abordar situaciones o problemas, lo que exige una transformación de los instrumentos, mecanismos y sistemas de evaluación. Es decir, se promuevan otros modelos didácticos y

evaluativos, que permitan al estudiante aproximarse al conocimiento y práctica científica y al conocimiento de sus propias posibilidades, lo que implica no solo enseñar y evaluar aspectos prácticos propios de las ciencias (como ejercicios de lápiz y papel o laboratorios), sino también aspectos más generales y transferibles a otros escenarios (como planeación y ejecución de estrategias). Esta dimensión contribuye a procesos centrados en los estudiantes que les posibilitan participar activamente en su formación, a la toma de decisiones y a construir paulatinamente la autonomía. Por esto, es necesario valorar qué ventajas tienen los estudiantes para acceder a las fuentes de conocimiento y las formas y técnicas para analizar la información, así como la factibilidad de las actividades que proponen. Una forma de evaluarla es definiendo los criterios a través de los cuales se regulará la ejecución de las estrategias, como por ejemplo una matriz en la que se relacionen los indicadores y productos, así como el logro del objetivo.

Dimensión actitudinal: En esta dimensión se propone interesar a los estudiantes por la ciencia, por lo que se deben involucrar en los modelos didácticos y evaluativos la reflexión sobre el conocimiento, en cuanto a producción, impactos (positivos y negativos) y usos, es decir, se evidenciar la aplicación del conocimiento científico en lo cotidiano y se conciba la ciencia como uno de los marcos de referencia a través de los cuales se puede interpretar e intervenir en el mundo de la vida. En esta dimensión también es importante concebir aspectos culturales, sociales y afectivos del sujeto, ya que significan una forma de percibir y asumir la ciencia, que se refleja en la posibilidad de involucrarse con el conocimiento y la práctica científica, la forma de asimilarla o entenderla como una de las posibles formas de definir la realidad.

Por ello, es fundamental pensar en la enseñabilidad y posibilidad de evaluar estos aspectos actitudinales y de valores, lo que se traduce en cambiar la forma de concebir la evaluación, en tanto no es relevante el conocimiento casi taxonómico de los valores, sino más bien la comprensión del para qué de los mismos; así mismo, se hace necesario especificar el cuerpo de conocimiento disciplinar a enseñar, pensar en las actitudes y valores asociados a los procesos científicos que se asumirán en el sistema educativo.

Una forma de evaluarla corresponde a la reflexión frente al valor que dan los estudiantes a un problema, a los juicios que emiten frente al desarrollo tecnológico y sus impactos ambientales y sociales, frente a la posibilidad de solucionar un problema, así como las posibilidades que encuentran desde el perfil de ciudadano y hasta profesional que están construyendo. “Evidentemente existe el problema de la evaluación como juicio, pero es más posible la reflexión

y el análisis de los factores positivos, negativos o inicuos que trae una actividad humana, un desarrollo industrial, un avance tecnológico, así como la relación de los mismos con el conocimiento científico y los contextos y necesidades de las naciones” (p.265)

Dimensión comunicativa: Se refiere a la capacidad de construcción y presentación de informes, artículos, la puesta a consideración pública de resultados y la discusión entre pares y comunidades, a manera como lo hacen las comunidades científicas, empleando un manejo preciso del lenguaje, en tanto símbolos, códigos, representaciones, taxonomías y convenciones. Esta dimensión se puede desarrollar en el estudio del discurso en todas sus variaciones; para el caso del discurso en las clases de ciencias, es pertinente citar el desarrollo conseguido por Angulo (2002), que retoma la técnica llamada Gráfica de Encadenamiento Temático, así mismo las herramientas de comunicación de la línea de investigación en didáctica denominada Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC's). De esta manera la evaluación en ciencias debe centrarse hacia las habilidades y competencias relacionadas con la comunicación, que lleven a los estudiantes a pensar en formatos e instrumentos diferentes al tradicional registro escrito (que no por esto se descarta).

Dimensión histórico-epistemológica: Así como los docentes conciben epistemológicamente el conocimiento y de tal manera lo enseñan, así mismo los estudiantes llegan al aula con unos imaginativos y actitudes hacia la ciencia, producto de su entorno, su cultura y de lo que ha aprendido con orientación de los docentes. Con esto es claro que la formación histórico-epistemológica es de relevancia para el docente y no para el estudiante; es decir que el fin no es enseñarles a los estudiantes sobre epistemología, pero si es objetivo que el docente que hace este tipo de estudios los involucre en sus imaginativos y actitudes hacia la ciencia, y los refleje en la forma en que enseña o presenta a sus estudiantes esta área del conocimiento. Entonces, tanto para la enseñanza como para la evaluación en ciencias, “es importante retomar estudios históricos que permitan comprender, de alguna manera, la construcción de los modelos teóricos, y desde una postura epistemológica, dar cuenta de las dinámicas internas y externas que hacen parte de dicha construcción” (p.268); es por esto, que se debe dar una evaluación de la imagen de ciencia con que llegan los estudiantes al aula, las actitudes que presentan frente al conocimiento científico, y, a partir de ello, la regulación de la construcción o cambio de esa concepción de la naturaleza del conocimiento científico, lo que en términos de Fernández et al (2002) es uno de los principales obstáculos para el aprendizaje y la

renovación en la enseñanza de las ciencias naturales; aclarando que no se trata del curso de epistemología para los estudiantes, sino de las acciones, las formas de analizar y estudiar la ciencia, las posibilidades de aplicación, los discursos manejados y las prioridades que se den.

Con todas las dimensiones (conceptual, metodológica, actitudinal, comunicativa, histórica-epistemológica) que aborda Tovar (2003) en su propuesta multidimensional, lleva a plantear una *evaluación de las ciencias naturales como sistema*, que abarque “todos estos componentes como un todo, como un único sistema integrado” (p.268), lo que implica cambiar las concepciones y prácticas evaluativas, en torno, a momentos para implementarla, instrumentos, criterios e indicadores definidos, sentido y utilidad de los resultados. Un modelo de evaluación que resume todo lo planteado anteriormente sobre las dimensiones, que no solo se deben tener en cuenta en las propuestas de estrategias dirigidas al docente, sino también a los estudiantes y otras diseñadas para el trabajo conjunto maestro-estudiante.

Una evaluación como sistema que favorece la posibilidad de reflexionar y valorar las acciones, aprendizajes, habilidades y actitudes; en la posibilidad de analizar críticamente los modelos pedagógicos y didácticos, así como en la reflexión y transformación de la misma evaluación; por lo que desde la esencia misma de la evaluación “es posible regular, retroalimentar, re-definir, tomar decisiones, re-formular, aprender, conocer y reconocer” (Ladino & Tovar, 2007, p.269). Esta evaluación en ciencias naturales exige la especificidad de la misma disciplina, además de aspectos propios de los sujetos que le reconocen su personalidad, formas de proceder y de pensar, así como condiciones ambientales, geográficas, culturales, sociales y políticas que hacen parte de la realidad de los grupos, los pueblos, las naciones y regiones, lo que no admite una concepción y práctica estandarizada y universal de la evaluación.

Este modelo de evaluación multidimensional y sistémico comprende un carácter integrador, ya que es imposible separar estas dimensiones, dado que cuando se evalúa una dimensión, necesariamente se está evaluando otra(s); exigiendo que el rol del docente se centre en el diseño del sistema evaluativo, de los instrumentos, en la dirección de las estrategias, más que en la recitación de contenidos. Sumado a esto, a partir de la propuesta didáctica de dar contexto al conocimiento científico y enfrentar a los estudiantes a la solución de problemas relevantes, se llega a una propuesta evaluativa; y en consecuencia, cómo el modelo evaluativo regula y dirige la propuesta didáctica; evidenciando la íntima relación entre didáctica y evaluación, y su especificidad.

Y con ello, se demuestra que la Evaluación de los Aprendizajes en Ciencias Naturales ha venido tomando una especificidad epistemológica, al igual que la Didáctica de las Ciencias Naturales. Siendo necesario concebir la evaluación como un proceso complejo y de permanente innovación, que supere la tradicional acepción de evaluar aprendizajes en términos de lo simplemente conceptual. Además, de concebir en los procesos de evaluación, la dinámica misma de las ciencias, que supere la exposición de contenidos y la evaluación aditiva de definiciones.

2.3 Marco Contextual

En Colombia a partir del año 1998, la Educación se orientó hacia una formación por competencias con la publicación de los Lineamientos Curriculares emitidos por el Ministerio de Educación Nacional, que se consolidó como política nacional a partir de la publicación de los Estándares Básicos de Competencias en el año 2006, y se reafirma cada año con el Marco de Referencia para la Evaluación expuesto por el ICFES, en el que a través de las Pruebas Saber 11° se evalúan las competencias generales básicas que se esperan desarrollar en los estudiantes en su paso por los procesos de Formación en Ciencias en las Instituciones Educativas del país.

En este contexto es que se desarrolla la investigación, con el fin de comprender el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en sus procesos de formación en ciencias naturales y su relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Pruebas Saber 11°, que se realiza cada año a los estudiantes que finalizan undécimo grado. Es por ello, que se analizan los Referentes Teóricos Nacionales que orientan los procesos de formación en ciencias naturales como lo son los Lineamientos Curriculares, Estándares Básicos de Competencias, Matrices de Referencia y Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales y Educación ambiental; así, como aquellos que orientan los procesos de evaluación en ciencias como el Marco de Referencia para la evaluación, ICFES- Prueba de Ciencias Naturales Saber 11° (2019) y el Marco de Referencia de Evaluación y de Análisis PISA (2017).

Desde este marco de análisis se reconocen las Competencias Científicas desarrolladas en los estudiantes con los mejores puntajes en los resultados de las Pruebas Saber 11° en ciencias naturales para el año 2019 de distintas Instituciones Educativas Públicas y Privadas del Municipio de Cúcuta, ya que como se mencionó en el planteamiento del problema, para el año 2019 el puntaje de Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta fue de 51.29 en el puesto 108 de 1112 municipios evaluados, lo que significa que dentro de los cuatro (4) niveles de desempeño en

los que el ICFES manifiesta el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, Cúcuta se encuentra en el nivel 2, lo que demuestra que los estudiantes sólo asocian información con nociones de los conceptos básicos de las ciencias naturales, pero no comprenden información en diversos contextos más complejos, ni tampoco han desarrollado la competencia de relacionar habilidades y conocimientos para explicar y solucionar fenómenos naturales. Un nivel de desempeño que se ha repetido en los resultados históricos nacionales para la prueba de ciencias naturales, en el que más del 60% de los evaluados se encuentra en los niveles 1 y 2 (ICFES., 2019.), incluso por debajo de las pruebas de lectura crítica y matemáticas. Un contexto que evidencia resultados muy distantes de los promedios deseables para alcanzar procesos de calidad educativa y verdaderos procesos de formación en ciencias.

Con lo anterior, en un proceso continuo de contrastes y comparaciones entre los referentes teóricos, las propuestas educativas nacionales y las competencias científicas reconocidas en los estudiantes, se logra comprender si hay relación entre el desarrollo y apropiación de las competencias científicas en los estudiantes y sus resultados de las Pruebas Saber 11°, para con ello develar elementos orientadores que fortalecen los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación, de manera que se permite contribuir a mejorar en este contexto educativo.

2.4 Marco Legal

En relación con el objeto de estudio de la presente investigación, el marco legal se organiza desde los Referentes Teóricos Nacionales que orientan los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación, así como los Referentes Legales que rigen los procesos educativos en Colombia.

2.4.1 Referentes teóricos nacionales. *Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.*

Los Lineamientos curriculares son una propuesta del Ministerio de Educación Nacional que ofrece horizontes para ampliar la comprensión del papel del área en la formación integral de las personas, ofreciendo orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular en el área. *Desde su referente filosófico y epistemológico* se basa en el concepto del mundo de la vida del filósofo Edmund Husserl, como punto de partida y de llegada, ya que cualquier teoría científica se refiere al mundo de la vida en cuyo centro está el ser humano y que cuando este llega a la escuela ya trae unos conocimientos de su propia perspectiva del

mundo; el mundo de la vida que se contrapone al mundo de las teorías, pero siempre se parte del mundo de la vida y se vuelve a él desde las teorías científicas para explicarlo.

Es importante resaltar el carácter de *construcción humana de la ciencia*, así como lo sustentan los Lineamientos Curriculares:

Tenemos que aceptar la necesidad de concebir de una forma diferente la enseñanza de las ciencias: no se trata de transmitir verdades inmutables, sino de darle al estudiante la posibilidad de ver que su perspectiva del mundo no es el mundo, sino una perspectiva de él. Enseñar ciencias debe ser darle al estudiante la oportunidad de establecer un diálogo racional entre su propia perspectiva y las demás con el fin de entender de mejor manera el mundo en que vive. (Ministerio de Educación Nacional, 1998, p.8)

Una enseñanza de las ciencias que da sentido al área de ciencias naturales y educación ambiental, ya que les permite a los estudiantes comprender los procesos biológicos, químicos y físicos y su relación con los procesos culturales que han afectado el carácter armónico del ambiente.

Los lineamientos curriculares desde sus referentes filosóficos y epistemológicos *expresan el conocimiento común, científico y tecnológico* como formas del conocimiento humano que comparten propiedades esenciales pero difieren en sus intereses y la forma en cómo se construyen, esto es que las tres formas de conocimiento implican la existencia de una representación mental que lo que es conocido y sólo se logra dentro de un contexto social, además de que estos conocimientos tienen un valor adaptativo al mundo físico o socio-cultural e individual. Aunque el conocimiento científico y tecnológico intentan hacer teorías de gran generalidad sobre lo que se quiere conocer, mientras que el conocimiento común no se interesa por la construcción de teorías que vinculen hechos y procesos aparentemente sin ninguna relación, ya que el conocimiento del fenómeno mismo es ya satisfactorio, así mismo el conocimiento científico y tecnológico son productos de un proceso de producción social que se dan por la investigación, la discusión, y en algún momento, el consenso en torno a las mejores razones, los mejores conceptos y los mejores desarrollos técnicos dentro del contexto de una comunidad llamada “comunidad científico-tecnológica”, por el contrario el conocimiento común sigue un proceso que depende en gran medida de los individuos mismos que lo aceptan como válido y, en una pequeña parte, del medio socio-cultural en el cual ellos se encuentran inscritos. Por tanto, “Podríamos decir entonces que el conocimiento científico y el tecnológico son

productos sociales en tanto que el conocimiento común es más un acontecimiento individual” (Ministerio de Educación Nacional, 1998, p.12).

Es así, como las ciencias naturales y la educación ambiental parten del *mundo de la vida* “conocimiento común” (lenguaje natural) para avanzar hacia un conocimiento científico (lenguaje formalizado) que permita la comprensión de los fenómenos que ocurren en la realidad. Entonces, la ciencia es un sistema inacabado en permanente construcción y destrucción, ya que se construyen nuevas teorías cuando las anteriores no tienen poder explicativo y con las nuevas teorías nacen nuevos conceptos y surgen nuevas realidades.

Por tanto, la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental deben enfatizar en los *procesos de construcción del conocimiento* más que en la transmisión de resultados, así mismo debe explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad, es decir, desde un enfoque interdisciplinario en el que las aportaciones metodológicas y conceptuales de las diferentes disciplinas permitan una mejor comprensión del mundo y de lo que sucede en él.

Además, debe enfatizar en el desarrollo del *pensamiento científico* como parte fundamental del desarrollo integral humano. La escuela debe formar ciudadanos preocupados por construir una sociedad más justa que permita la realización personal de todos, donde el ser humano se conciba dentro del contexto de un sistema social. Un sistema social que en Colombia está determinado profundamente por la ciencia y la tecnología, y quien no las entienda encontrará impedimentos para desempeñarse activa y productivamente en la sociedad. Así mismo, no enfrentará problemas de forma exitosa porque no lo hará de forma científica para encontrar soluciones, es decir, es necesario poder tratar adecuadamente evidencias sobre supuestos hechos, realizar procedimientos sencillos, razonar, argumentar, evaluar y criticar posibles alternativas de solución.

También cabe resaltar que los Lineamientos Curriculares enfatizan en el *proceso de evaluación* en cuanto a “proceso reflexivo y valorativo del quehacer humano, debe desempeñar un papel regulador, orientador, motivador y dinamizador de la acción educativa” (Ministerio de Educación Nacional, 1998, p.55), un proceso de valoración que permite reconocer la forma en la que los estudiantes construyen sus conocimientos y sus sistemas de valores, aumentan el número de habilidades y perfeccionan cada una de ellas, y crecen dentro del contexto de una vida en sociedad. Con esto, la evaluación debe servir como instrumento tanto de aprendizaje como de

mejora de la docencia.

Es por ello, que bajo este concepto los Lineamientos Curriculares definen los *objetivos de la evaluación*:

Estimular la reflexión sobre los procesos de construcción del conocimiento y de los valores éticos y estéticos, Identificar lo que el estudiante ya sabe (ideas previas) sobre cualquier aspecto por tratar, para tenerlo en cuenta en el diseño y organización de las actividades de aprendizaje, Afianzar los aciertos y aprovechar los errores para avanzar en el conocimiento y el ejercicio de la docencia, Reorientar los procesos pedagógicos, Socializar los resultados, Detectar la capacidad de transferencia del conocimiento teórico y práctico y Afianzar valores y actitudes. (Ministerio de Educación Nacional, 1998, p.56)

Así mismo, la evaluación debe cumplir unas funciones que permitan convertirla en un instrumento de mejora del aprendizaje, como lo son jugar un papel orientador e impulsador del trabajo de los estudiantes, debe ser integral, permanente y de varios tipos durante el proceso de formación como evaluaciones diagnósticas, formativas, sumativas y autoevaluaciones periódicas.

Los Lineamientos Curriculares también refieren los *Objetivos de la enseñanza de las ciencias naturales y educación ambiental*. En su objetivo general manifiestan:

Que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica con la preservación de la vida en el planeta. (Ministerio de Educación Nacional, 1998, p.66)

Finalmente, los Lineamientos Curriculares proponen una *Alternativa Didáctica para las Instituciones Educativas*, que es pertinente con los fundamentos epistemológicos y pedagógicos expuestos en el documento y que tiene por objetivo proponer en forma clara un procedimiento general para enseñar las ciencias ilustrado con ejemplos y fundamentar esta propuesta en una reflexión epistemológica y pedagógica. Esta propuesta curricular para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, es una propuesta de contenidos básicos del área para grupo de grados (de preescolar a tercero, de cuarto a sexto, de séptimo a noveno, décimo y undécimo), así mismo propone los Logros e Indicadores de Logros Curriculares para el área desde los procesos de formación científica básica, procesos de formación para el trabajo y procesos de formación ética.

Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Los estándares básicos de competencias tienen su punto de partida a partir de los Lineamientos Curriculares:

Constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna es el instrumento por excelencia para saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.9)

Por ello los estándares son una herramienta de referente común del MEN que viene desarrollando desde el año 2002 para todas las Instituciones Educativas del país que permitan establecer si los estudiantes y el sistema educativo en su conjunto cumplen con las expectativas explícitas de calidad.

Para ello definen en un primer momento el concepto de estándar como Criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad; expresa una situación deseada en cuanto a lo que se espera que todos los estudiantes aprendan en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la Educación Básica y Media, especificando por grupos de grados (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11) el nivel de calidad que se aspira alcanzar. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.11)

De tal manera que los estándares son una guía para orientar el currículo, el plan de estudio de las Instituciones Educativas y proyectos escolares en el aula, así como para el diseño de materiales de apoyo educativo y de prácticas evaluativas, además de servir como criterio común para las evaluaciones externas, cuyos resultados de estas permiten seguir los avances y estrategias de mejoramiento para el proceso de formación.

Estándares básicos de competencias que buscan el desarrollo de un *conjunto de competencias* que van haciéndose más complejas a medida que avanzan los niveles de educación, competencias que requieren la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes, es decir, “los estándares son unos referentes que permiten evaluar los niveles de desarrollo de las competencias que van alcanzando los y las estudiantes en el transcurrir de su vida escolar” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.12). Para la presente investigación es importante citar claramente la visión que contemplan los Estándares sobre competencia:

“Una competencia ha sido definida como un saber hacer flexible que puede actualizarse en distintos contextos, es decir, como la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron. Implica la comprensión del sentido de cada actividad y sus implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.12), lo que deja ver que los estándares dan mayor énfasis a las competencias que a los contenidos temáticos, aunque la competencia no es independiente de los contenidos respecto al saber qué, saber cómo, saber por qué y el saber para qué, ya que para el desarrollo de cada competencia se requieren de muchos conocimientos, habilidades, destrezas, comprensiones, actitudes y disposiciones específicas del dominio de que se trata, sin los cuales no puede decirse que la persona es realmente competente en el ámbito seleccionado.

Por esto, una persona puede evidenciar que tiene una competencia, pero no solo basta mostrarle con mostrar que tiene los conocimientos necesarios, ni las habilidades o actitudes que posee, ya que cada uno de estos aspectos puede estar presente sin que la persona muestre que es competente para esa actividad, si no los relaciona y organiza en función de un desempeño flexible, eficaz y con sentido.

Los estándares propuestos por el MEN proponen lo necesario y fundamental para la enseñanza y el aprendizaje escolar, es por ello que se denominan como *básicos*, aunque no se refieren a criterios mínimos, pues no se refieren a un límite inferior o a un promedio. De tal manera que cuando se fija un estándar, se alcanza o supera se considera como un logro, dado que en sí mismo el estándar no es un objetivo o meta, sino se le considera cuando ya se haya alcanzado.

Estos estándares para cada área expresan una *coherencia vertical y horizontal*, vertical dado que la organización secuencial que atiende a grupos de grados supone que aquellos estándares de un grado involucran los del grupo anterior, con el fin de garantizar el desarrollo de las competencias, en afinidad con los procesos de desarrollo biológico y psicológico del estudiante; y la coherencia horizontal se da porque los estándares para cada área están conforme a desarrollos propios sobre dicha disciplina y sus procesos de enseñanza, plasmados en su mayoría en los Lineamientos Curriculares.

Ahora bien, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales- Formación en Ciencias ¡El Desafío!, *proponen una formación en ciencias*, ya que:

En un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que las personas cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno (las situaciones que en él se presentan, los fenómenos que acontecen en él) y aportar a su transformación, siempre desde una postura crítica y ética frente a los hallazgos y enormes posibilidades que ofrecen las ciencias. Sabemos bien que, así como el conocimiento científico ha aportado beneficios al desarrollo de la humanidad, también ha generado enormes desequilibrios. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.96)

Una formación en ciencias que permita asumir ciudadanos (as) responsables en este mundo globalizado que reconozcan el compromiso tanto personal como con las comunidades a las que pertenece y su ambiente.

Es por ello que los Estándares sustentan una *concepción de ciencias naturales* como cuerpos de conocimientos que se ocupan de los procesos que tienen lugar en el mundo de la vida y que para ser estudiados por las ciencias naturales pueden dividirse en tres grandes categorías: *procesos biológicos, procesos químicos y procesos físicos*.

De esta manera los Estándares proponen como horizonte de acción de la formación en ciencias las siguientes grandes metas:

Favorecer el desarrollo del pensamiento científico.

Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo.

Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia.

Aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad.

Y para conseguir estas metas exponen una orientación de la formación en ciencias en la que se deben tener en cuenta: el valor de los aprendizajes significativos, Una pedagogía que tenga presente niveles de complejidad en el aprendizaje, Trabajar desde una mirada interdisciplinaria, La importancia de la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje, El trabajo colaborativo en el aula y Una evaluación diferente.

Bajo estas orientaciones plantean *La estructura de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales* desde los Estándares y acciones concretas de pensamiento y de producción y desde los Ejes articuladores para las acciones concretas de pensamiento y de

producción; resaltando que los Estándares Básicos de Competencias y los Lineamientos tienen estrecha relación, ya que estos últimos fueron el punto de partida de los estándares, y por ello muestran los dos ejes fundamentales para el desarrollo de las competencias en esta área de ciencias naturales en los Lineamientos, así:

Procesos de pensamiento y acción que, a su vez, se abordan desde tres aspectos fundamentales: cuestionamiento, formulación de hipótesis y explicitación de teorías; acciones que ejecuta el estudiante para alcanzar lo anterior; y reflexión con análisis y síntesis que permite al estudiante entender a cabalidad para qué le sirve lo aprendido.

Conocimiento científico básico que desarrolla a partir de: relaciones biológicas; relaciones físicas; y relaciones químicas.

Mientras que en los estándares la estructura es similar, así:

Todo aquello referido en los lineamientos a los procesos de pensamiento y acción ha sido retomado en la primera columna de los estándares, llamada *me aproximo al conocimiento como científico natural*.

Por su parte, en la segunda columna de los estándares, *manejo conocimientos propios de las ciencias naturales*, se encuentran las acciones directamente relacionadas con el conocimiento científico al que hacen mención los lineamientos.

Los lineamientos proponen construir valores en el salón de clase de ciencias, sin que esto se desarrolle a fondo y plantean que la finalidad del área de ciencias naturales y educación ambiental es desarrollar en los estudiantes competencias básicas a través de los siguientes procesos formativos: investigación científica básica, formación de conciencia ética sobre el papel de las ciencias naturales en relación con el ambiente y a la calidad de vida y, finalmente, la formación para el trabajo. En los estándares se hace explícita la necesidad de integrar el compromiso al trabajo científico a través de la tercera columna, denominada *desarrollo compromisos personales y sociales*. (p.118).

Finalmente, los estándares básicos de competencias a través de la estructura mencionada anteriormente exponen el estándar que se debe *lograr al final del grado* (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11) de manera horizontal, y de manera vertical las competencias referidas a *me aproximo al conocimiento como científico(a) natural*, *manejo conocimientos propios de las ciencias naturales* (entorno vivo, físico y ciencia, tecnología y sociedad) y *desarrollo compromisos personales y sociales*. Así, por ejemplo:

Tabla 2.

Estándares básicos de competencias en ciencias naturales

Décimo a Undécimo		
Al final de undécimo grado...	Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.	Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.
...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	...manejo conocimientos Entorno vivo	
	Procesos biológicos	Procesos químicos
-Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas. -Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. -Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. -Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones. -Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.	-Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. -Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia. - Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural. -Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias. - Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios.	-Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías. -Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo. -Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente. -Explico los cambios químicos desde diferentes modelos. -Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.
Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.	Identifico con aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
propios de las ciencias naturales		
Entorno físico	Ciencia, tecnología y sociedad	...desarrollo compromisos personales y sociales
Procesos físicos		
- Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica. -Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. - Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica. -Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto.	-Explico aplicaciones tecnológicas del modelo de mecánica de fluidos. -Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. -Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos. -Establezco relaciones entre el deporte y la salud física y mental. -Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco la importancia de su uso correcto.	-Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. - Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. -Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico. -Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.

Fuente: Elaboración propia.

Matriz de Referencia Ciencias Naturales ¿Qué aprendizajes evalúan las Pruebas Saber? (ICFES, 2015).

La matriz de referencia de Ciencias Naturales para los grados 7°, 9° y 11° son un material pedagógico de consulta basado en los Estándares Básicos de Competencias que diseñó el ICFES para identificar con precisión los aprendizajes que se esperan que los estudiantes adquieran al final el grupo de grados. La estructura de la matriz es un cuadro de doble entrada que expone los aprendizajes de ciencias naturales que evalúa el ICFES a través de las Pruebas Saber en cada competencia (uso de conceptos, explicación de fenómenos e indagación), relacionándolo con las evidencias de lo que debería hacer y manifestar un estudiante que haya logrado estos aprendizajes en un componente (Procesos vivos, químicos, físicos y CTS) y competencia específica.

Tabla 3.

¿Qué aprendizajes evalúan las Pruebas Saber- Ciencias Naturales 11°

Componente/ competencia	Aprendizaje	Procesos químicos	Evidencia
Uso de conceptos	Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico.	Diferencia distintos tipos de reacciones químicas y realiza de manera adecuada cálculos teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa y carga.	Establece relaciones entre conceptos fisicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales) con distintos fenómenos naturales.
		Establece relaciones entre las propiedades y estructura de la materia con la formación de iones y moléculas.	

Fuente: Elaboración propia.

Este material pedagógico fue diseñado bajo la concepción de competencia como la capacidad que integra los conocimientos, habilidades y acciones, manifestadas a través de los desempeños propuestos en el área, de manera que la competencia es un saber hacer en situaciones concretas y contextos específicos. Así mismo, concibe el concepto de componentes, como las categorías conceptuales sobre las cuales se realizan los desempeños por medio de situaciones problema del contexto del estudiante. Y entonces, los aprendizajes corresponden a los conocimientos y habilidades de los estudiantes para desenvolverse en contextos determinados; cuyos productos de aprendizaje se pueden observar y comprobar para verificar los desempeños.

De acuerdo al ICFES, esta matriz de referencia le permite a las Instituciones Educativas definir acciones de aprendizaje para su posterior evaluación, identificar los conocimientos y habilidades que se deben fortalecer en los estudiantes, reconocer las relaciones entre aprendizajes

y evidencias, identificar categorías conceptuales para el área y posibles rutas para el desarrollo de competencias, así como orientar los procesos de planeación, desarrollo y evaluación formativa.

Estas matrices fueron acompañadas con unas orientaciones pedagógicas en las que explican la competencia, los aprendizajes y las evidencias respectivas, relacionándolos con los DBA del grupo de grados correspondientes, un resumen y un ejemplo de práctica de laboratorio (materiales, saberes previos- exploración, estructuración- practica, transferencia-valoración)

Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), son “un *conjunto de aprendizajes estructurantes* que han de aprender los estudiantes en cada uno de los grados de educación escolar, desde transición hasta once, y en las áreas de lenguaje, matemáticas, ciencias sociales y ciencias naturales” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p.5), en el que los aprendizajes se conciben como la conjunción de unos conocimientos, habilidades y actitudes que otorgan un contexto cultural e histórico a quien aprende. Los DBA son estructurantes porque expresan las unidades básicas y fundamentales sobre las cuales se puede edificar el desarrollo futuro del individuo.

Los DBA *guardan coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias (EBC)*, por lo que estos también plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año por cada grupo de grados, aunque estos conocimientos y habilidades se pueden movilizar de un grado a otro, en función de los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

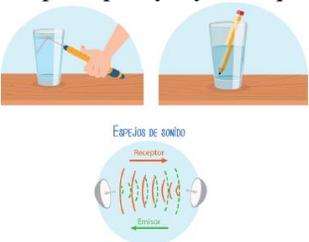
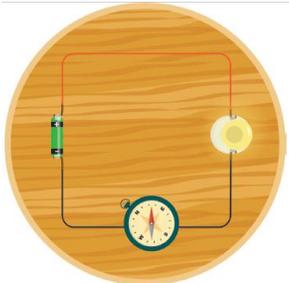
La *estructura de los DBA* está compuesta por tres elementos centrales:

El enunciado: referencia el aprendizaje estructurante para el área.

Las evidencias de aprendizaje: expresan indicios claves que muestran a los maestros si se está alcanzando el aprendizaje expresado en el enunciado.

El ejemplo: concreta y complementa las evidencias de aprendizaje.

Tabla 4.**Algunos de los DBA para el grado undécimo**

Ciencias naturales- Grado 11°	
Derechos Básicos de Aprendizaje- V.1	
<p>1. Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (Ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).</p> <p>Evidencias de aprendizaje.</p> <p>-Clasifica las ondas de luz y sonido según el medio de propagación (mecánicas y electromagnéticas) y la dirección de la oscilación (longitudinales y transversales).</p> <p>-Aplica las leyes y principios del movimiento ondulatorio (ley de reflexión, de refracción y principio de Huygens) para predecir el comportamiento de una onda y los hace visibles en casos prácticos, al incluir cambio de medio de propagación.</p> <p>-Explica los fenómenos ondulatorios de sonido y luz en casos prácticos (reflexión, refracción, interferencia, difracción, polarización).</p> <p>-Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) y de la luz (color y visibilidad) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).</p> <p>Ejemplo.</p> <p>Dadas las situaciones que se presentan en las fotos, explica, a partir de principios y leyes, lo que observa.</p>	<p>2. Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas.</p> <p>Evidencias de aprendizaje.</p> <p>-Identifica el tipo de carga eléctrica (positiva o negativa) que adquiere un material cuando se somete a procedimientos de fricción o contacto.</p> <p>-Reconoce que las fuerzas eléctricas y magnéticas pueden ser de atracción y repulsión, mientras que las gravitacionales solo generan efectos de atracción.</p> <p>-Construye y explica el funcionamiento de un electroimán.</p> <p>Ejemplo.</p>
	

Fuente: Elaboración propia.

Marco de referencia para la evaluación, ICFES. Prueba de Ciencias Naturales Saber 11° (ICFES, 2019).

En el marco de referencia para la evaluación (ICFES, 2019), el ICFES (ICFES) expresa los objetivos de la evaluación, la estructura y el contenido de la prueba de ciencias naturales que hace parte del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11°. Una prueba que se aplica a los estudiantes de grado once de todo el territorio nacional, en la que se considera las directrices establecidas por el Ministerio de Educación Nacional focalizadas en los

EBC, y lo estipulado en los lineamientos curriculares para el área.

Los objetivos de esta prueba son: Comprobar el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por finalizar el grado undécimo; proporcionar información a las instituciones de educación superior sobre las competencias de los aspirantes y de los admitidos para el diseño de programas de nivelación y prevención de la deserción; ser un insumo para monitorear la calidad de la formación que ofrecen las instituciones de educación media (ICFES, 2019).

Esta prueba ha tenido varias reformas y en el año 2000 se pasó de formulaciones pensadas en la verificación de conocimientos y aptitudes, hacia una evaluación por competencias, estrechamente ligada al logro educativo verificable, es decir, está estructurada con base en la evaluación de unas competencias genéricas en diferentes niveles de complejidad.

Si se entiende la prueba de ciencias naturales en términos de la evaluación, esta mide la capacidad que tienen los estudiantes para comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas; así como la habilidad para explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza con base en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico; y la capacidad para observar y relacionar patrones y derivar conclusiones de los fenómenos naturales (ICFES, 2019).

Es por ello, que la prueba evalúa tres competencias que están alineadas con los estándares y las cuales se desagregan en evidencias, afirmaciones y tareas:

Uso comprensivo del conocimiento científico: es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia.

Explicación de fenómenos: es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.

Indagación: es la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas (ICFES, 2019).

Para el desarrollo de estas tres competencias se requiere de unos escenarios conceptuales y unas temáticas básicas que se definen en los siguientes componentes:

Componente biológico: aborda los temas relacionados con los seres vivos y sus interacciones. Está centrado en el organismo, sus procesos internos y sus relaciones con los medios abiótico y biótico.

Componente físico: se orienta hacia la comprensión de los conceptos, principios y teorías existentes para describir el mundo físico con el que interactúa el ser humano.

Componente químico: aborda los temas relacionados con la estructura y propiedades de la materia, sus interacciones y procesos básicos para entender fenómenos naturales.

Ciencia, tecnología y sociedad: explora si los estudiantes diferencian entre objetos diseñados por el hombre y aquellos provenientes de la naturaleza, si reconocen las herramientas y técnicas que ayudan a resolver problemas, si reconocen las transformaciones que la ciencia y la tecnología han generado en el medio y en la sociedad (ICFES, 2019).

En esta prueba los niveles de dificultad de las competencias constituyen el grado de complejidad y abstracción de los procesos que el estudiante debe realizar en el momento de contestar una pregunta; se evalúan tres niveles de competencia (de dificultad baja, media y alta). Estos niveles indican el desarrollo de las competencias en un determinado grado de escolaridad, en relación con los componentes biológico, físico, químico y CTS.

Esta prueba complementa el puntaje numérico con unos niveles de desempeño, agrupados en cuatro niveles (nivel 1- puntaje de 0 a 40, nivel 2- puntaje de 41 a 55, nivel 3 – puntaje de 56 a 70 y nivel 4- puntaje de 71 a 100), de acuerdo con el desempeño observado en cada prueba. Cada uno de estos niveles tiene unos descriptores generales y específicos. En los resultados de la prueba también se detallan el tipo de resultado, la escala/codificación y las características del resultado.

Esta prueba de ciencias naturales se compone de 58 preguntas distribuidas en dos sesiones; la distribución porcentual aproximada de las competencias y sus componentes es la siguiente:

Tabla 5.***Distribución porcentual aproximada de las competencias evaluadas y sus componentes***

Competencia	Componente biológico.	Componente físico.	Componente químico.	CTS	Total
Uso comprensivo del conocimiento científico.	9%	9%	9%	3%	30%
Explicación de fenómenos.	9%	9%	9%	3%	30%
Indagación.	12%	12%	12%	4%	40%
Total.	30%	30%	30%	10%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, para cada competencia evaluada en la prueba existe un conjunto de afirmaciones que establecen de manera más específica lo que es capaz de hacer un estudiante que ha desarrollado la competencia y las evidencias para cada una de las competencias definidas.

Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: lectura, matemáticas y ciencias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017).

Para responder a la pregunta “¿Qué es importante que los ciudadanos sepan y puedan hacer?” y dada la necesidad de obtener datos comparables entre países sobre el rendimiento del alumnado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) puso en marcha el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) en 1997. PISA mide hasta qué punto el alumnado de 15 años, hacia el final de la educación obligatoria, ha adquirido conocimientos y destrezas clave que son esenciales para la plena participación en las sociedades modernas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017). La evaluación de las pruebas PISA se da de manera cíclica (trienal) cada tres años centrándose en una de las tres áreas tal como lo son *competencia lectora*, *competencia matemática* y *competencia científica*, con un único objetivo el cual es conocer las competencias, habilidades y aptitudes de los estudiantes para analizar, resolver problemas, manejar información y enfrentar situaciones.

PISA define la competencia científica como una competencia clave (Rychen & Salganik, 2003) y la define en términos de la capacidad de utilizar el conocimiento y la información interactivamente: "una comprensión de la forma en que el conocimiento de la ciencia cambia la forma en que uno puede interactuar con el mundo y la forma en que se puede utilizar para lograr las metas más amplias" (pág. 94). De allí, plantean la pregunta ¿Qué es importante que los jóvenes sepan, valoren y sean capaces de hacer ante situaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología?, cuya respuesta es un objetivo importante para la educación científica de todos los estudiantes.

De acuerdo a esta concepción de competencia científica es que PISA 2015 y PISA-D define su evaluación por las siguientes tres capacidades:

1. Explicar fenómenos científicamente.: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos.

2. Interpretar datos y pruebas científicamente: Interpretar datos y pruebas científicamente: analizar y evaluar datos, alegaciones y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas adecuadas.

3. Evaluar y diseñar la investigación científica: describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar científicamente las cuestiones.

Estas competencias requieren un conocimiento epistémico, es decir, una comprensión de los fundamentos de las prácticas comunes de la investigación científica, el estado de las afirmaciones de conocimiento que se generan, y el significado de los términos fundamentales, como teoría, hipótesis y datos. Así mismo, las personas necesitan las tres formas de conocimiento científico (conocimiento de contenido, procedimental y epistémico) para llevar a cabo las tres competencias de la competencia científica (ICFES, 2017).

En esta perspectiva basada en la competencia, PISA también reconoce que hay un elemento afectivo en la demostración de estas competencias por parte del estudiante: las actitudes o la disposición de los estudiantes hacia la ciencia determinarán su nivel de interés, mantendrán su compromiso y pueden motivarlos a pasar a la acción

La definición de competencia científica también tiene en cuenta cuatro aspectos interrelacionados como lo son, los contextos (evalúan el conocimiento científico en contextos personales, nacionales y globales, que son relevantes para el programa de ciencias de los países participantes), el conocimiento, las competencias y las actitudes.

Tabla 6.

Distribución de las preguntas por competencia que evalúa las Pruebas PISA

Competencia	Porcentaje de preguntas.
Explicar fenómenos científicamente	40 - 50
Interpretar datos científicamente	30 - 40
Evaluar y diseñar la investigación científica	20 - 30

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Referentes legales. Según la *Constitución Política de Colombia* (Asamblea Nacional., 1991) establece en el Artículo 27 “El estado garantizara las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra” y en el Artículo 67 “La educación es un derecho de la

persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formara al colombiano en el respeto a los derechos humanos a la paz y a la democracia y en la práctica del trabajo y la recreación para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente”.

Así mismo, la *Ley General de Educación*, reseña en su Artículo 1ero “La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” y en su Artículo 5to define los Fines de la educación, de conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política.

También en la misma Ley 115, se pueden citar el artículo 92 que sustenta la Formación del educando.

La educación debe favorecer el pleno desarrollo de la personalidad del educando, dar acceso a la cultura, al logro del conocimiento científico y técnico y a la formación de valores éticos, estéticos, morales, ciudadanos y religiosos, que le faciliten la realización de una actividad útil para el desarrollo socioeconómico del país. (art.92)

Y el Artículo 80, que trata de la Evaluación de la educación, De conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, el Ministerio de Educación Nacional, con el fin de velar por la calidad, por el cumplimiento de los fines de la educación y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos, establecerá un Sistema Nacional de Evaluación de la Educación que opere en coordinación con el Servicio Nacional de Pruebas del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y con las entidades territoriales y sea base para el establecimiento de programas de mejoramiento del servicio público educativo. El Sistema diseñará y aplicará criterios y procedimientos para evaluar la calidad de la enseñanza que se imparte, el desempeño profesional del docente y de los docentes directivos, los logros de los alumnos, la eficacia de los métodos pedagógicos, de los textos y materiales empleados, la organización administrativa y física de las instituciones educativas y la eficiencia de la prestación del servicio. Las instituciones que presenten resultados deficientes deben recibir apoyo para mejorar los procesos y la prestación del servicio. Aquéllas cuyas deficiencias se deriven de factores internos que impliquen negligencias y/o responsabilidad darán lugar a sanciones por parte de la autoridad administrativa competente. El Gobierno Nacional reglamentará todo lo

relacionado con este artículo”.

Por su parte, en la *Ley N° 1324 del 13 de Julio de 2009* en la que se fijan los parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del estado y se transforma el ICFES; se resalta el artículo 1ero, en el que se señalan los parámetros y criterios de los exámenes de estado, “El Estado en el ejercicio de su función suprema de inspección y vigilancia de la educación tiene el deber de valerse de exámenes de Estado y otras pruebas externas, para medir el nivel de cumplimiento de sus objetivos y buscar el mejoramiento continuo de la educación. La evaluación realizada a través de los exámenes de Estado y otras pruebas externas será practicada bajo los siguientes principios: independencia, igualdad, comparabilidad, periodicidad, reserva individual, pertinencia y relevancia. Es deber del Estado y de todos los miembros de la comunidad educativa propiciar y facilitar las evaluaciones pertinentes, con respeto a los mismos principios enunciados en el inciso anterior y a las garantías y límites previstos en la Constitución y esta ley”.

De la misma Ley cabe mencionar el artículo 2do, “Es evaluación externa e independiente la que se realiza por pares académicos coordinados por el ICFES, a los establecimientos educativos o las instituciones de educación superior, a los cuales, o a cuyos estudiantes, ha de practicarse la evaluación, bajo el ejercicio de la libertad y la responsabilidad”; el artículo 4to, sobre la publicidad y reserva, “Los resultados agregados de las evaluaciones externas de que trata esta ley serán públicos”; el artículo 7mo, que define los exámenes de Estado, “Para cumplir con sus deberes de inspección y vigilancia y proporcionar información para el mejoramiento de la calidad de la educación, el Ministerio de Educación debe conseguir que, con sujeción a los parámetros y reglas de esta ley, se practiquen- Exámenes de Estado- . Serán "Exámenes de Estado" los siguientes: a) Exámenes para evaluar oficialmente la educación formal impartida a quienes terminan el nivel de educación media; o a quienes deseen acreditar que han obtenido los conocimientos y competencias esperados de quienes terminaron dicho nivel”; y el artículo 12 “El ICFES tendrá por objeto ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles y adelantar investigación sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación” (Ley 1324 de 2009, art.12).

Es importante señalar también el *Decreto N° 869 de 2010* por el cual se reglamenta el Examen de Estado de la Educación Media, ICFES SABER 11°, en su artículo 1ero,

El Examen de Estado de la Educación Media, ICFES SABER 11°, que aplica el ICFES es un instrumento estandarizado para la evaluación externa, que conjuntamente con los exámenes que se aplican en los grados 5°, 9° y al finalizar el pregrado, hace parte de los instrumentos que conforman el Sistema Nacional de Evaluación. Tiene por objetivos. a) Comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por finalizar el grado undécimo de la educación media. b) Proporcionar elementos al estudiante para la realización de su autoevaluación y el desarrollo de su proyecto de vida. c) Proporcionar a las instituciones educativas información pertinente sobre las competencias de los aspirantes a ingresar a programas de educación superior, así como sobre las de quienes son admitidos, que sirva como base para el diseño de programas de nivelación académica y prevención de la deserción en este nivel. d) Monitorear la calidad de la educación de los establecimientos educativos del país, con fundamento en los estándares básicos de competencias y los referentes de calidad emitidos por el Ministerio de Educación Nacional. e) Proporcionar información para el establecimiento de indicadores de valor agregado, tanto de la educación media como de la educación superior. f) Servir como fuente de información para la construcción de indicadores de calidad de la educación, así como para el ejercicio de la inspección y vigilancia del servicio público educativo. g) Proporcionar información a los establecimientos educativos que ofrecen educación media para el ejercicio de la autoevaluación y para que realicen la consolidación o reorientación de sus prácticas pedagógicas. h) Ofrecer información que sirva como referente estratégico para el establecimiento de políticas educativas nacionales, territoriales e institucionales.” Y el artículo 2do, sobre la Estructura y organización “El Examen de Estado de la Educación Media está compuesto por pruebas, cuyo número y componentes serán determinados por el ICFES mediante acuerdo de su Junta Directiva. La estructura esencial del Examen se mantendrá por lo menos doce (12) años a partir de su adopción por la Junta Directiva y de su aplicación a la población, sin perjuicio de que puedan introducirse modificaciones que no afecten la comparabilidad de los resultados en el tiempo. El ICFES - dirigirá y coordinará el diseño, la producción y la aplicación de las pruebas y el procesamiento y análisis de los resultados del Examen, para

lo cual podrá apoyarse en las comunidades académicas y profesionales. El calendario de aplicación será determinado por el ICFES - ICFES -, de acuerdo con el reporte sobre la población que cumpla el requisito para presentar el Examen establecido en el presente decreto (Ministerio de Educación Nacional, 2010, p.2)

Cabe mencionar también el *Decreto N° 2343 de 1980*, por el cual se reglamentan los exámenes de estado para el ingreso a la educación superior, en su artículo 1ero:

Los exámenes de estado para ingreso a la educación superior son pruebas académicas de cobertura nacional, de carácter oficial y obligatorio, que tienen como propósito comprobar niveles mínimos de aptitudes y conocimientos de quienes aspiran a ingresar a las instituciones del sistema de educación superior. De igual manera estos exámenes ofrecen a los examinandos un tipo de evaluación homogénea y suministra a las instituciones de educación superior un punto de referencia para definir sobre la admisión de sus alumnos. (Ministerio de Educación Nacional, 1980, p.1)

Finalmente, el *Decreto N° 1290 de 2009* por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media, en el que en su artículo 1°, trata de la *Evaluación de los estudiantes*. La evaluación de los aprendizajes de los estudiantes se realiza en los siguientes ámbitos: 1. Internacional. El Estado promoverá la participación de los estudiantes del país en pruebas que den cuenta de la calidad de la educación frente a estándares internacionales. 2. Nacional. El Ministerio de Educación Nacional y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior –ICFES–, realizarán pruebas censales con el fin de monitorear la calidad de la educación de los establecimientos educativos con fundamento en los estándares básicos. Las pruebas nacionales que se aplican al finalizar el grado undécimo permiten, además, el acceso de los estudiantes a la educación superior. 3. Institucional. La evaluación del aprendizaje de los estudiantes realizada en los establecimientos de educación básica y media, es el proceso permanente y objetivo para valorar el nivel de desempeño de los estudiantes.

Asimismo, en el Artículo 3° del mismo decreto se expresan los propósitos de la evaluación institucional de los estudiantes. Son propósitos de la evaluación de los estudiantes en el ámbito institucional: 1. Identificar las características personales, intereses, ritmos de desarrollo y estilos de aprendizaje del estudiante para valorar sus avances. 2. Proporcionar información

básica para consolidar o reorientar los procesos educativos relacionados con el desarrollo integral del estudiante. 3. Suministrar información que permita implementar estrategias pedagógicas para apoyar a los estudiantes que presenten debilidades y desempeños superiores en su proceso formativo. 4. Determinar la promoción de estudiantes. 5. Aportar información para el ajuste e implementación del plan de mejoramiento institucional (Ministerio de Educación Nacional, 2009).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

A partir del objeto de estudio de la investigación, el cual se enmarca en comprender el Desarrollo de las Competencias Científicas en la Formación en Ciencias Naturales en los estudiantes y su relación con los Resultados de las Pruebas Saber 11°; y de los objetivos, referentes teóricos, categorías de análisis y con el fin de aportar al logro de los objetivos del Macroproyecto Institucional desarrollado por la Universidad Simón Bolívar “Trascendencia de las Prácticas Evaluativas in-situ sobre la Calidad Educativa”, al que pertenece la presente investigación y que metodológicamente está sustentado en un Diseño Multimétodo “como una estrategia de investigación en la que se utilizan dos o más procedimientos para la indagación de un mismo fenómeno u objeto de estudio a través de los diferentes momentos del proceso de investigación” (Ruíz, 2008, p.17), ya que este método permite hacer uso de distintos procesos para el análisis, comprensión e interpretación del objeto de estudio en toda su generalidad y amplitud y la recolección de información que conlleve a alcanzar los objetivos; se plantea la siguiente ruta metodológica (Ver anexo 2 Matriz Metodológica) para obtener la información necesaria que permita comprender e interpretar la realidad, así como lo explica Martínez (2004), que es el camino a seguir para alcanzar conocimientos seguros y confiables, y la elección de una determinada metodología implica la aceptación de una opción epistemológica (teoría del conocimiento) como de una opción ontológica (teoría sobre la naturaleza de la realidad). Es por ello que se hace la elección de los siguientes elementos metodológicos:

3.1 Paradigma de la Investigación

El estudio inicia desde la selección de un Paradigma de Investigación que como lo expresa Vasilachis (1995), “Estos paradigmas, son definidos como los marcos teórico-metodológicos utilizados por el investigador para interpretar los fenómenos sociales en el contexto de una determinada sociedad” (p.79), por ello que la postura teórico-metodológica bajo la cual se investiga el objeto de estudio es el *paradigma interpretativo comprensivo* que bajo su supuesto básico “es la necesidad de comprensión del sentido de la acción social en el contexto del mundo de la vida y desde la perspectiva de los participantes” (Vasilachis, 1965, p.101). De esta manera, a través del paradigma interpretativo comprensivo, se busca estudiar la relación entre el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes y los Resultados de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales, dado que permite analizar esta relación desde un conjunto de prácticas interpretativas que le dan sentido y significado, a partir del contexto en el que se

presentan y desde la mirada de los sujetos participantes, donde a medida que avanza el proceso de investigación se va construyendo el conocimiento sobre esa realidad del objeto de estudio. Por ello se parte desde una mirada externa de dicha relación de los Resultados de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales hacia una mirada interna desde las interacciones de los sujetos en el contexto que permitan evidenciar si hay o no apropiación y desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

3.2 Enfoque de la Investigación

Ahora bien la investigación se orienta desde un *Enfoque Cualitativo* que como lo expone en su libro Martínez (2004) “La investigación cualitativa trata de identificar, básicamente, la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones” (p.66), ya que se busca analizar el desarrollo de las competencias científicas como un todo integrado en función de los resultados de las pruebas saber 11° desde la naturaleza propia de las realidades de los participantes y su comportamiento en contexto, teniendo en cuenta las categorías de análisis que permitan evidenciar la apropiación de dichas competencias científicas; así mismo desde una visión cualitativa de la realidad objeto de estudio, que como lo sustenta (Jiménez, 2000 citado por Salgado, 2007) “los métodos cualitativos parten del supuesto básico de que el mundo social está construido de significados y símbolos” (p.71). De ahí que la intersubjetividad sea una pieza clave de la investigación cualitativa y punto de partida para captar reflexivamente los significados sociales, dado que la investigación se interesa por obtener una comprensión profunda de los significados de la realidad del objeto de estudio tal como la presentan los sujetos en contexto, ya que el conocimiento es construido socialmente por las personas que participan en la investigación; se trata de comprender las diversas construcciones sociales y culturales sobre el significado de los hechos y el conocimiento, por lo que la investigación se desarrolla en un proceso interactivo entre investigadores e individuos estudiados.

De tal manera, que desde enfoque cualitativo de tipo constructivista, se permite comprender la realidad en torno al desarrollo de las Competencias Científicas desde el análisis de los resultados de las Pruebas Saber 11°, en un proceso inductivo en el que se van desarrollando preguntas e hipótesis antes, durante y después de la recolección de la información, ya que la realidad es cambiante y la construcción del conocimiento resulta de la interacción social y cultural en contexto de los participantes de la investigación.

3.3 Diseño de la Investigación

En concordancia con el paradigma de investigación interpretativo comprensivo y para el cumplimiento de cada uno de los objetivos de la investigación, se acude al *Método Hermenéutico*, ya que como lo sustentan Melchor & Martínez (2002) “El paradigma interpretativo se apoya en sistemas filosóficos y se operacionaliza a través del sistema de investigación Hermenéutico” (p.182), esto es, siguiendo la lógica de la investigación desde la postura que se quiere interpretar la realidad objeto de estudio, es coherente y pertinente acudir a la Hermenéutica para interpretar en un proceso dialéctico los documentos referidos en los objetivos de la investigación (Lineamientos Curriculares, Estándares Básicos de Competencias, Matriz de Referencia, Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Marco de Referencia para la Evaluación ICFES de las Pruebas de Ciencias Naturales Saber 11° de 2019, Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo-Ciencias OCDE 2017 y Resultados de las Pruebas Saber 11° para el año 2019 del Municipio de Cúcuta), ya que la Hermenéutica en palabras de Gadamer (1993), es “La disciplina que se ocupa clásicamente del arte de comprender textos” (p.107), una comprensión de textos desde el contexto mismo en la que fueron escritos y analizados, para dar luz a las categorías de análisis y diseño de instrumentos de recolección de información.

Así mismo, una comprensión de los discursos de los estudiantes (Informantes claves) entrevistados en función de los Resultados de las Pruebas Saber 11° y la apropiación de las Competencias Científicas, que es apoyado desde lo que propone Habermas (1987), “La hermenéutica como perspectiva de investigación que considera a la lengua en funcionamiento, esto es, en la forma en que es empleada por los participantes con el objetivo de llegar a la comprensión conjunta de un objeto, fenómeno o proceso o a una opinión común” (p.90), y que se preocupa por la relación entre con los tres mundos de una expresión que sirve, a la vez como expresión de las intenciones de un hablante (mundo subjetivo), como manifestación para el establecimiento de una relación interpersonal entre el hablante y el oyente (mundo social) y como referencia a algo que hay en el mundo (mundo objetivo) (Habermas, 1985; citado por Vasilachis, 1997); con base en esta perspectiva Hermenéutica se analizan los discursos de las entrevistas hechas a los informantes claves de la investigación para comprender el objeto de estudio desde la interacción dialéctica entre los investigadores y participantes, implicando el mundo subjetivo de estos últimos, el mundo social en sus relaciones interpersonales y el mundo objetivo de la

realidad misma del objeto de estudio que propone Habermas.

3.3.1 Fases de la investigación. Desde la naturaleza del Paradigma Interpretativo Comprensivo, del Enfoque Cualitativo y el Método Hermenéutico, la investigación se desarrolla a través de las siguientes fases para ir construyendo el análisis de la realidad objeto de estudio y dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos:

Fase 1: Análisis de los referentes teóricos nacionales. En esta primera fase se realiza la Revisión documental, en la que se hace la lectura, revisión y análisis de los textos relacionados con el objeto de estudio de la investigación como lo son los Lineamientos Curriculares, Estándares Básicos de Competencias, Matriz de Referencia y Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, el Marco de Referencia para la Evaluación ICFES de las Pruebas de Ciencias Naturales Saber 11°- 2019, el Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo- Ciencias OCDE 2017 y los Resultados de las Pruebas Saber 11° para el año 2019 del Municipio de Cúcuta; a través de la técnica de análisis documental (Instrumento matriz de análisis) y desde las categorías y subcategorías teóricas, con el objetivo de caracterizar las unidades de análisis de cada documento y representarlas en categorías inductivas, integradas en categorías axiales y nuevos elementos como categorías emergentes; las cuales constituyen el marco de análisis para desarrollar la segunda fase de la investigación.

Fase 2: Reconocimiento del desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes. A partir de la síntesis del análisis documental (Categorías inductivas, axiales y emergentes), se acude a la técnica de entrevista semiestructurada (Instrumento Guion de entrevista) a participantes o informantes claves (estudiantes) con mejores puntajes en los resultados de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta para el año 2019, con el fin de reconocer en sus discursos la apropiación de las Competencias Científicas que les permiten comprender e interpretar los fenómenos naturales que suceden a su alrededor y responder a situaciones problemáticas de su propio contexto. Información contrastada con los elementos hallados en las propuestas educativas nacionales, por medio de una matriz de análisis de discursos.

Fase 3: Categorización, contrastes y triangulación: Esta fase de categorización se realiza desde el primer momento en que se recolecta la información del análisis documental y de las entrevistas semiestructuradas, donde a partir de la construcción de matrices de análisis, se permite organizar y caracterizar la información orientada desde las dos categorías teóricas (Formación en

Ciencias y Evaluación en Ciencias) y subcategorías, en el que cada unidad de análisis se representa con un código, que se relacionan en categorías inductivas, y estas a su vez por su significado se integran en categorías axiales, y aquellos nuevos elementos que surgen en el análisis representan las categorías emergentes. Categorías que corresponden a la síntesis de la matriz de análisis documental y de discursos, y que son contrastadas con los referentes teóricos que fundamentan la investigación, para ir construyendo el conocimiento sobre la realidad objeto de estudio, en un modelo de matriz de triangulación que incluye las recurrencias de las categorías en cada instrumento de análisis y permite dar un análisis integral y sistémico para la interpretación de la realidad.

Fase 4: Conceptualización. A partir del proceso de triangulación de la información y desde la lógica inductiva de la investigación, se permite construir los elementos conceptuales que caracterizan los referentes teóricos nacionales relacionados con los procesos de formación en ciencias por competencias y su evaluación; los elementos conceptuales que evidencian el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes frente a la relación con los resultados de la evaluación Prueba Saber 11°; y desde allí expresar elementos orientadores para fortalecer los procesos de formación en ciencias y su evaluación.

3.4 Fuentes de Información

En relación con los objetivos y las fases de la investigación se seleccionan las fuentes de información para la recolección de información desde las categorías de análisis y su posterior interpretación que permitan dar validez y confiabilidad a la investigación, ya que estas como lo explica Merlo (2010), “Propone entender las fuentes de información, en un sentido amplio, como cualquier recurso empleado para satisfacer una demanda de información” (p.50), matizando que las fuentes pueden ser tanto documentos, como personas o instituciones; de tal manera que las fuentes a las que se acude para obtener la información pertinente son:

3.4.1 Fuentes documentales. Los documentos seleccionados son la primera fuente de información que ofrecen una inicial interpretación de la realidad objeto de estudio; “son fuentes de información secundaria porque proporcionan información fruto del análisis de las fuentes primarias” (Gellego, 2004 p.20). Textos que se seleccionan de acuerdo a unos criterios como los intereses propios de la investigación, su relación con las categorías teóricas (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias), fuente fidedigna de información y práctica para revelar las perspectivas de comprensión de la realidad objeto estudio, que correspondan al periodo de tiempo

en los que se orienta la formación en ciencias por competencias y los procesos de evaluación en ciencias para el año 2019, así como textos que enriquezcan el marco teórico para iluminar las categorías de análisis abordadas en las entrevistas a los informantes claves. Los textos corresponden a: Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (1998), los Estándares Básicos en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (2006), Matriz de Referencia Ciencias Naturales ¿Qué aprendizajes evalúan las pruebas Saber 11°? (2015), los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales (2016), el Marco de referencia para la evaluación, ICFES - Prueba de Ciencias Naturales Saber 11° (2019) y el Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: Ciencias (2017).

3.4.2 Participantes o informante claves. De esta fuente de información hacen parte diez (10) estudiantes de distintas Instituciones Educativas Publicas y Privadas del Municipio de Cúcuta, que para el año 2019 obtuvieron los mejores puntajes en los resultados de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales; ya que como lo expresa Fine 1980, citado en (Taylor & Bogdan, 1987, p.61) “apadrinan al investigador en el escenario y son sus fuentes primarias de información”, en el que mediante una interacción dialéctica orientada por un guion de entrevista semiestructurada suministran discursos valiosos que sumados a los análisis documentales permiten interpretar la realidad objeto de estudio desde la integralidad misma del contexto en la que se desarrolla la investigación. “Los informantes claves hacen parte de una muestra intencional, pues se elige una serie de criterios sumamente necesarios y pertinentes para obtener una unidad de análisis con las mayores ventajas que permitan conseguir los fines de la investigación” (Martínez, 2004, p.86). Estos criterios de selección corresponden a: Estudiantes de Instituciones Educativas del Municipio de Cúcuta que hayan presentado las Pruebas Saber 11° en el año 2019, cuyos resultados se encuentren en el nivel de desempeño 4 para ciencias naturales, y estudiantes que para el tiempo en el que se desarrolla la investigación tengan disponibilidad y acceso a la plataforma de zoom para la aplicación de las entrevistas semiestructuradas, ya que por razones de la emergencia sanitaria a raíz de la Pandemia generada por el COVID- 19, los procesos de comunicación pasaron de la presencialidad a la virtualidad.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Siguiendo la lógica del método Hermenéutico para investigar e interpretar el objeto de estudio, las técnicas de recolección de información que se emplean son las siguientes:

3.5.1 Análisis documental: Esta técnica se utiliza para analizar las fuentes documentales referidas anteriormente en los instrumentos de recolección de información, ya que estos documentos se convierten en una fuente de información fidedigna y práctica para dejar ver los intereses y las perspectivas de comprensión de la realidad (Sandoval, 1996), aclarando que estos documentos se analizan desde el contexto en la que fueron escritos y en distintas etapas como lo propone Sandoval (1996), en primer lugar una etapa de rastreo de los documentos disponibles relacionados con el objeto de estudio, segundo la clasificación de los mismos, tercero la selección de los documentos más pertinentes para la investigación, cuarto la lectura en profundidad para extraer las unidades de análisis y por último una lectura cruzada y comparativa de los documentos para hacer una síntesis comprensiva total de la realidad. De manera que esta técnica de análisis documental se convierte en la primera etapa de interacción dialéctica con el objeto de estudio, desde su naturaleza e integralidad, para comprender los significados de la realidad del objeto de estudio.

3.5.2 Entrevista semiestructurada. A partir de la síntesis del análisis documental (Categorías inductivas, axiales y emergentes) se estructura la segunda técnica de recolección de información como lo es la entrevista semiestructurada, en la que se analizan los discursos generados por los participantes claves de la investigación, a través de una guía de preguntas en la que el entrevistador puede introducir preguntas adicionales para precisar conceptos cuando sea pertinente y obtener mayor información; permitiendo acercarse a la complejidad de la interacción social que se presenta entre los actores, enfatizando la comprensión de significados, el juego de poderes que están en los discursos y en el significado atribuido y atribuible a los mismos (Schettini & Cortazzo, 2015). Discursos que revelan la apropiación y desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y su relación con los resultados de las pruebas saber 11°. Es conveniente resaltar que para el tiempo en el que se desarrolla la fase de aplicación de entrevistas semiestructuradas, el mundo se encuentra pasando por una Pandemia a razón del virus COVID- 19 que transformó la realidad en un confinamiento social obligatorio, y llevó a repensar la forma de aplicar esta técnica, a través de una plataforma virtual confiable y fácil de acceder, como la plataforma de Zoom que permite realizar video conferencias, para de esta manera establecer la relación dialéctica entre investigadores e informantes claves.

Para cada técnica de recolección de información se diseña un instrumento como medio para recoger la información necesaria que permita comprender el objeto de estudio. Estos

instrumentos son:

3.5.3 Matriz de análisis. Para organizar, darle sentido y significado a la información recolectada en la técnica de análisis documental se diseña una matriz de análisis que desde los aportes de Sandoval (1996.), es un recurso práctico para analizar los textos que permite extraer elementos de análisis y consignarlos en dicha matriz que registra las categorías de análisis, los patrones, tendencias, convergencias y contradicciones que se van descubriendo a lo largo de la lectura a profundidad de los mismos, de tal modo que se construye una síntesis comprensiva total sobre la realidad objeto de estudio. (Ver anexo 6 Instrumentos de recolección de información- Matriz de Análisis Documental). Esta matriz se construye a partir de las categorías y subcategorías teóricas que iluminan la lectura de cada uno de los documentos, para extraer las unidades de análisis representativas, que se identifican con códigos como fragmentos vivos del texto (Ver anexo 10 Codificación para el análisis de la información) de acuerdo a la categoría, subcategoría, el nombre del documento, los fragmentos del mismo, y se caracterizan dentro de unas categorías inductivas que dan sentido y significado a unas categorías axiales. Los nuevos elementos que aparecen en el análisis documental se registran como categorías emergentes. Para el análisis de los discursos de las entrevistas semiestructuradas también se diseña una matriz (Ver anexo 7 Instrumentos de recolección de información- Matriz de Análisis de Discursos) fundamentada desde las categorías y subcategorías teóricas, la síntesis del análisis documental y el guion de entrevista, que permite identificar las unidades de análisis representativas de cada discurso de los estudiantes, y que al igual se codifica la información (Ver anexo 10 Codificación para el análisis de la información), y se relaciona dentro de unas categorías inductivas, axiales y emergentes.

Así mismo, para el proceso de triangulación se diseña una matriz de análisis (Ver anexo 8 Instrumentos de recolección de información- Matriz de Triangulación de la Información) que permite contrastar la síntesis de los referentes teóricos, del análisis documental y de las entrevistas semiestructuradas, y ofrecer credibilidad y pertinencia a la investigación.

3.5.4 Guion de entrevista. A partir de la síntesis del análisis documental se construye el segundo instrumento de recolección de información, el guion de entrevista con informantes claves para el análisis de los discursos (Ver en el capítulo de Resultados), ya que como lo señala Kvale, 1996 citado en Martínez (2004.), “El propósito de la entrevista de investigación cualitativa es obtener descripciones del mundo vivido por las personas entrevistadas, con el fin de lograr

interpretaciones fidedignas del significado que tienen los fenómenos descritos” (p.95) y como tal, es un instrumento flexible y dinámico de interacción permanente entre investigador e informantes claves que permite la construcción conjunta de significados respecto de la realidad objeto de estudio. El guion de entrevista está constituido por once (11) preguntas que abarcan las categorías de análisis y permiten reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales.

Estos instrumentos de recolección de información previa a su aplicación son validados por tres (3) expertos en el campo de la Educación (académicos investigadores) atendiendo a criterios establecidos para cada instrumento (Ver anexo 5 Carta Validación de Instrumentos), con el fin de proporcionar mayor confiabilidad y pertinencia en el momento de aplicarlos y analizarlos.

3.6 Criterios para el Análisis de la Información

Para el desarrollo de la investigación se han determinado unos criterios generales como la pertinencia, rigor, efectividad, relevancia y modificabilidad para la recolección de información y el análisis de los mismos (Sandoval, 1996), dado que las fuentes de información seleccionadas como los documentos y los participantes claves, así como las técnicas de análisis documental y de entrevista semiestructuradas y los instrumentos de recolección de información como la matriz de análisis y guion de entrevista, responden al paradigma, enfoque de la investigación, y a las necesidades e intereses de la misma. Es por ello que de manera específica a continuación se describen los criterios para el análisis de la información.

Sistematización: Se acude al proceso de sistematización de la información para organizar claramente la información recolectada que facilite comprender la Relación entre los Resultados de las Pruebas Saber 11° y el Desarrollo de las competencias Científicas, sumado a esto que la sistematización, en palabras de Aguayo (1992) “busca la elaboración de conocimientos a partir de la práctica. Es decir, a través del análisis del desarrollo de las acciones estipuladas por el proyecto, es que podemos redescubrir la realidad social y grupal en la que intervenimos” (p.34), de manera que a través de la sistematización se facilita integrar los elementos analizados del objeto de estudio desde la significación misma de su realidad.

Codificación y Categorización: Una vez se aplica los instrumentos y se obtiene la información pertinente, se realiza el proceso de codificación, que como lo afirman Taylor & Bogdan (1987):

La codificación es un modo sistemático de desarrollar y refinar las interpretaciones de los datos”, en el modo de primero desarrollar categorías de codificación, segundo codificar todos los datos, tercero separar los datos que pertenecen a las diversas categorías de codificación, y por último analizar los datos que han sobrado y refinar el análisis de todo el proceso. (p.167)

Lo que facilita una mejor comprensión de la información, ya que representan los fragmentos en vivo de los textos analizados y discursos de las entrevistas. Este proceso de codificación facilita reconocer los segmentos que comparten la misma naturaleza, significado y características, a los cuales se les asigna la misma categoría y código, ya que la categoría expresa conceptos o experiencias relevantes y con significado que permiten agrupar códigos, mientras que a los segmentos distintos se les ubica en categorías diferentes y se les determina otro código, completando así un proceso de dos niveles, en el que “en el primer nivel se codifican los segmentos o unidades tal y como se recogieron en los instrumentos en categorías (codificación descriptiva), y en el segundo nivel se comparan las categorías para agruparlas (codificación axial)” (Strauss & Corbin, 1990; citado por Martínez, 2004, p.269), relacionando cada una de las partes con el todo que permitan emerger el significado de la realidad objeto de estudio.

Así mismo, en este criterio de codificación y categorización se acude a los aportes de Sandoval (1996.), para diseñar las matrices de análisis, en las que se organizan los elementos de análisis según sus atributos, identificando en las columnas de la matriz los atributos a analizar (categorías y subcategorías), y en las filas las situaciones halladas en la recolección de información a través de la aplicación de los instrumentos, caracterizadas en unidades de análisis y que se relacionan en categorías inductivas, axiales o emergentes.

Contrastes, comparaciones y triangulación. Desde la lógica inductiva de la investigación se sigue un proceso de contrastes y comparaciones que permite perfilar el análisis de codificación y categorización que se realiza, e interpretar de manera clara la información recogida e iniciar en el planteamiento de nuevos elementos conceptuales, ya que esta estrategia de comparación como lo afirman (Glaser & Strauss, 1967; citado por Sandoval, 1996), “El propósito del método de comparación constante de unir codificación y análisis es generar teoría más sistemáticamente” (p.154), y que se debe realizar en cuatro etapas fundamentales comparando las categorías ya analizadas, integrando las mismas y sus propiedades, delimitando la teoría y escribiendo la teoría a partir de dicho análisis, entre tanto, es realizar una triangulación de las técnicas de análisis

documental y de entrevista semiestructuradas que como bien lo explica Okuda & Gómez (2005) “La triangulación ofrece la alternativa de poder visualizar un problema desde diferentes ángulos y de esta manera aumentar la validez y consistencia de los hallazgos” (p.120). Proceso de triangulación que se hace entre los instrumentos de recolección de información, contrastando las categorías inductivas, axiales y emergentes sintetizadas en estos, junto con los referentes teóricos para hacer una mejor interpretación de la realidad objeto de estudio, facilitar el proceso de corroboración estructural y brindar profundidad, validez, credibilidad, y pertinencia a la investigación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez desarrollada la ruta metodológica de la investigación, se continúa en el proceso de análisis de resultados obtenidos de manera inductiva y sistemática, y atendiendo a los criterios para el análisis de la información como fueron expuestos en el capítulo anterior. La sistematización de la información obtenida a través de los instrumentos de matriz documental y entrevista semiestructurada, orientada por Aguayo (1992), la codificación siguiendo a Taylor & Bogdan (1987) y la categorización desde los aportes de (Strauss & Corbin, 1990; citado por Martínez, 2004). De manera que a lo largo de ese procesamiento de la información a través de matrices de análisis se realizaban contrastes y comparaciones con el fin de ir generando teoría sistemáticamente (Glaser & Strauss, 1967; citado por Sandoval 1996), es decir, se acudía a un proceso de triangulación entre los referentes teóricos, la técnica de análisis documental y de entrevista semiestructurada, para lograr analizar, interpretar y contrastar la información desde distintos instrumentos y poder generar validez y pertinencia de los hallazgos encontrados (Okuda & Gómez, 2005).

A continuación, se presentan los resultados de la investigación desde cada uno de los objetivos específicos de la misma.

4.1 Análisis de los Referentes Teóricos Nacionales

El desarrollo de este primer objetivo de la investigación permite caracterizar cada uno de los referentes teóricos propuestos desde el Ministerio de Educación Nacional para orientar la formación en ciencias naturales a través del desarrollo de competencias y su evaluación, en las distintas Instituciones Educativas del país, de manera que a partir de este análisis documental se construya el marco de análisis para reconocer las competencias científicas desarrolladas en los estudiantes en sus procesos de formación en ciencias, en relación con los resultados de las Pruebas Saber 11°. Por ello, se desarrolla dicho análisis a partir de la Fase 1 de Revisión documental, en la que a través de la Técnica de Análisis Documental como primera etapa de interacción dialéctica con el objeto de estudio, se buscó dar revisión, lectura e interpretación de los documentos nacionales desde su naturaleza e integralidad, relacionados con la Formación en Ciencias Naturales, el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes y la Evaluación Saber 11° en Ciencias, dado que estos son una fuente de información fidedigna y práctica para comprender los significados de la realidad. Por ello, este análisis documental estuvo orientado por los aportes de Sandoval (1996), de manera que el análisis de los textos se hizo

desde el contexto en la que fueron escritos y en distintas etapas:

a. Primero se hizo la etapa de rastreo de los documentos nacionales disponibles del Ministerio de Educación Nacional y del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior- ICFES relacionados con la Formación en Ciencias Naturales, el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes y la Evaluación Saber 11° en Ciencias.

b. La segunda etapa correspondió a la clasificación de los mismos, teniendo en cuenta los intereses de la investigación y las categorías teóricas (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias).

c. La tercera etapa correspondió en seleccionar los documentos más pertinentes para la investigación, los cuales fueron: Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (1998), los Estándares Básicos en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (2006), Matriz de Referencia Ciencias Naturales ¿Qué aprendizajes evalúan las pruebas Saber 11°? (2015), los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales (2016), el Marco de referencia para la evaluación, ICFES - Prueba de Ciencias Naturales Saber 11° (2019) y el Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: Ciencias (2017).

d. En la cuarta etapa se diseñó la matriz de análisis documental que registra las categorías y subcategorías teóricas como se muestra en la Tabla 7, los nombres de cada uno de los documentos, los códigos, las unidades de análisis y la síntesis (categorías inductivas, axiales y emergentes), que permitió organizar, darle sentido y significado a la información que se iba leyendo y sistematizando de cada documento. Dicha matriz documental fue validada por tres (3) expertos (docentes investigadores de la Universidad Simón Bolívar) quienes evaluaron cualitativamente (Bueno, regular o deficiente) los criterios generales de la categorización para la matriz de análisis (Relevancia, complementariedad y especificidad) (Ver anexo 4 Solicitud Validación de Instrumentos).

Gráfico 1.

Instrumento Matriz de análisis documental.

 MATRIZ DE ANÁLISIS DOCUMENTAL															
Objetivo: Analizar los Referentes Teóricos Nacionales para el desarrollo de las Competencias Científicas en Ciencias Naturales en los estudiantes que permitan configurar un Marco de Análisis ent															
ANÁLISIS DE LOS REFERENTES TEÓRICOS NACIONALES										SINTEISIS					
Nº	Categorías teóricas		Documento 1	Documento 2	Documento 3	Documento 4	Documento 5	Documento 6	Codigo	Unidad de Analisis	Categorías indutivas	Categorías Axial	Categorías Emergentes		
	Categorías	Sub categorías													
1	1.	Formación en Ciencias.	Concepcion de Ciencia.												
			Paradigma desde el que se concibe la Ciencia.												
			Relación entre el conocimiento cotidiano y Concepción de Formación en ciencias en												
			Concepción de la enseñanza de las ciencias.-												
2	2.	Evaluación en Ciencias.	Concepción de evaluación.												
			Evaluación con intención formativa.												
			Naturaleza y sentido de la evaluación desde la												
			Relación entre evaluación, enseñanza y aprendizaje.												
			Valor de la evaluación en el Currículo.												

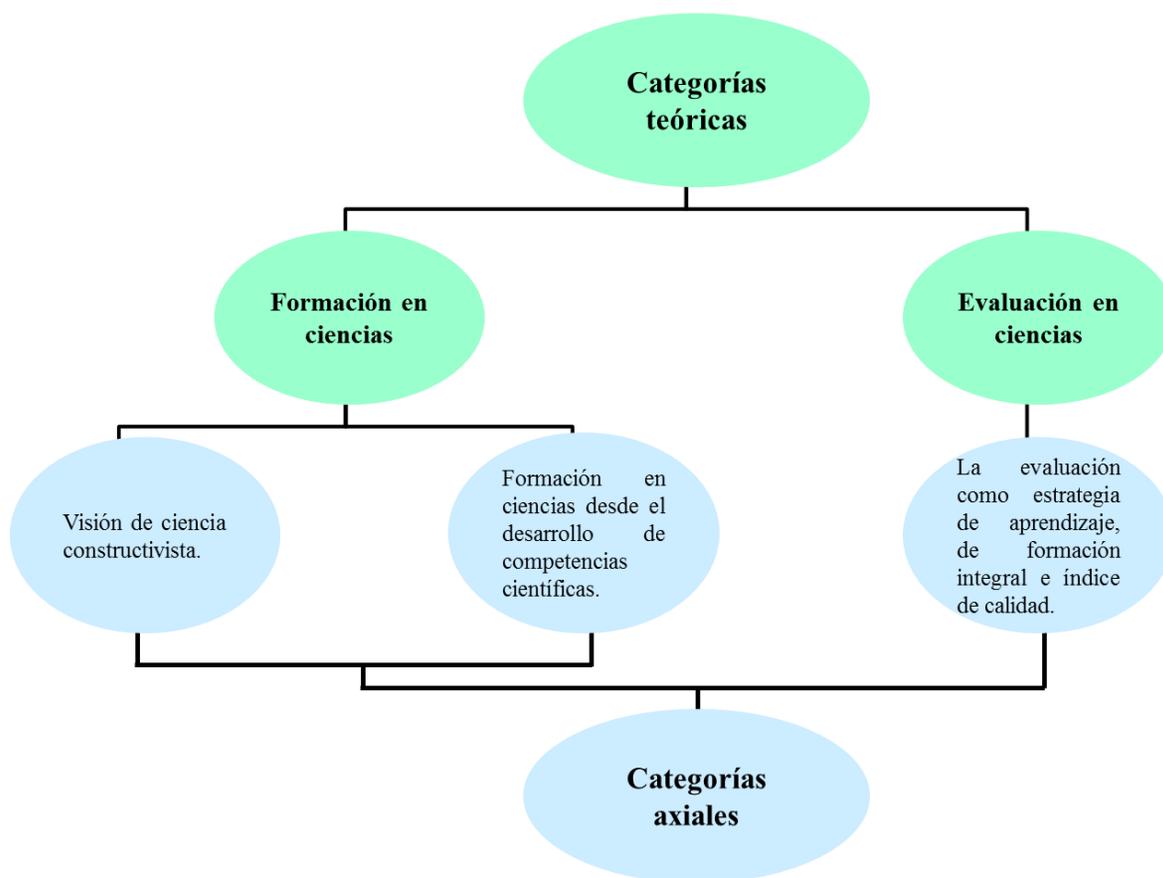
Fuente: Elaboración propia.

a. Y, por último, se hace una lectura a profundidad de los documentos, de manera cruzada y comparativa para hacer una síntesis comprensiva total de la realidad en torno al desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en la formación en ciencias y su relación con los resultados de las pruebas Saber 11°.

Es así, como a través de estas etapas del análisis documental y a la luz de las dos Categorías Teóricas (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias), las subcategorías iluminadas desde los referentes teóricos de la investigación, del análisis y de la síntesis, se reflejan tres Categorías Axiales:

Gráfico 2.

Síntesis categorías teóricas y axiales del análisis documental



Fuente: Elaboración propia.

La primera y segunda categoría axial emergen del análisis documental desde la Categoría teórica de “Formación en Ciencias”, mientras que la tercera categoría axial emerge del análisis documental desde la Categoría Teórica de “Evaluación en ciencias”. Cada una de estas categorías axiales agrupan una serie de categorías inductivas que guardan relación entre si y representan las

unidades de análisis de cada documento, así como las recurrencias de estas en los mismos (aparecen entre paréntesis), junto con sus códigos (Ver anexo 6 Matriz de análisis documental). A continuación, se muestra de manera gráfica la síntesis del análisis documental.

Gráfico 3.

Síntesis del Análisis documental



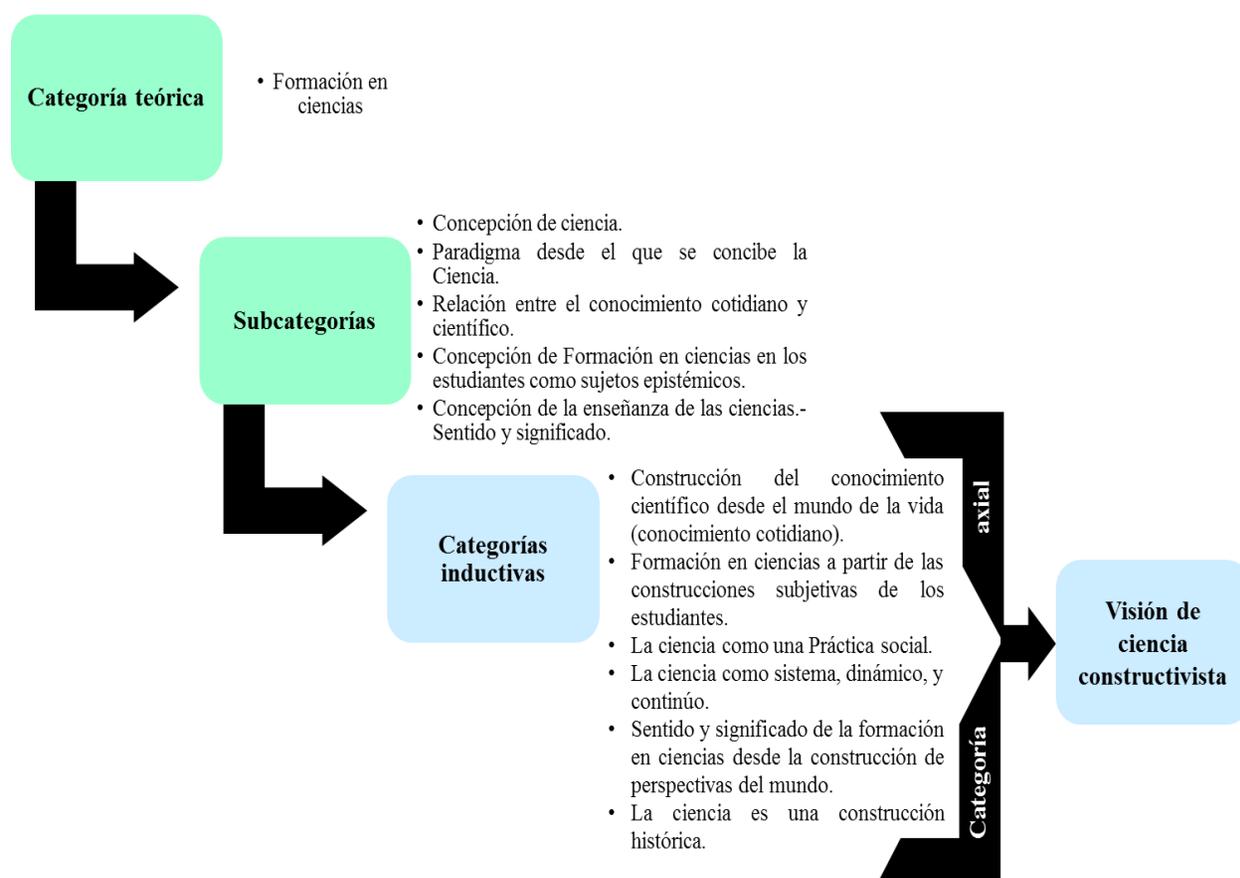
Fuente: Elaboración propia.

Esta síntesis se expone de manera detallada a partir del análisis de las tres (3) categorías axiales y de las categorías inductivas que las constituyen y dan su sentido y significado (Se analizan en el orden de las recurrencias de estas que se muestran en el gráfico 1), para que desde la naturaleza de cada una se caractericen las fundamentaciones de los referentes teóricos nacionales a partir de las cuales se orientan los procesos de formación en ciencias naturales, el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y su evaluación a través de la Prueba Saber 11°.

4.1.1 Visión de ciencia constructivista- referentes nacionales. Esta primera categoría axial está iluminada desde la categoría teórica de “Formación en Ciencias” y las subcategorías como se muestra en el gráfico 3. A partir de allí se construye la categoría axial “Visión de ciencia constructivista” caracterizada por concebir la ciencia como una práctica social, como un sistema, dinámico, y continuo, de construcción histórica y en la que la construcción del conocimiento científico se desarrolla desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano) y por tanto, el sentido y significado de la formación en ciencias naturales parte desde las construcciones subjetivas de los estudiantes y de las perspectivas del mundo de cada uno de ellos.

Gráfico 4.

Síntesis de la primera categoría axial



Fuente: Elaboración propia.

Una visión de ciencia que se soporta desde las fundamentaciones de cada uno de los referentes teóricos nacionales, y que se analizarán una a una a través de las categorías inductivas que las representan y caracterizan (unidades de análisis), para a partir de allí reconocer la manera de concebir la construcción de conocimientos científicos en la formación en ciencias naturales, y que permitirá analizar esta postura desde los aportes de Juan Ignacio Pozo, ya que ahora que todos promulgan una fe constructivista, “hay que concebir la construcción de conocimientos como el producto complejo de la interacción entre diversos procesos de cambio cognitivo (sea aprendizaje o desarrollo), tanto de naturaleza acumulativa o asociativos como de carácter estructural o constructivo (Pozo, 1996).

De esta manera, en los referentes teóricos nacionales se considera que en el proceso de formación en ciencias naturales en los estudiantes es fundamental que exista una estrecha relación entre el conocimiento cotidiano y científico, ya que *el conocimiento científico se*

construye desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano) y solo tiene sentido dentro de este mismo y para el hombre que en él vive (FC1CCC3LC1FR1). De modo que se debe partir del mundo de la vida de los estudiantes o de su conocimiento natural del mundo para aproximarse progresivamente al conocimiento científico, y volver a él desde las teorías científicas, permitiendo la complejización del conocimiento cotidiano y lograr que el estudiante aprenda. Relación que concibe Pozo & Gómez (1992), cuando expresan que la educación científica debe favorecer las relaciones entre las formas de conocimiento cotidiano y científico, y dirigirse a darle sentido y significado al mundo que nos rodea y la mejor forma de aprender los hechos de la ciencia es comprenderlos, aunque solo una relación entre el conocimiento de los estudiantes y el conocimiento científico, considerando las diferencias entre estos, puede ayudar a los estudiantes a comprender el significado de los modelos científicos y que se interesen por ellos.

Igualmente, estos referentes expresan una *formación en ciencias a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes*, esto es que los estudiantes deben considerarse como sujetos epistémicos, ya que al igual que el científico y cualquier otra persona, vive en ese mundo subjetivo y situativo que es el mundo de la vida, y que a través del tiempo le ha permitido formar construcciones de significado que han podido ser originadas a través de experiencias sensoriales, culturales y también escolares, y por tanto se hace necesario brindar espacios para que los estudiantes tengan la oportunidad de poner a prueba estas construcciones de significado, para que el aprendizaje resulte significativo, es decir, que los nuevos conocimientos adquiridos por un individuo se vinculen a lo conocido y transformen de una manera clara y estable los conocimientos previos (FC1ESE4EB2FR3).

Estas consideraciones son coherentes con lo que Porlán (2018) llama a los estudiantes como “sujetos epistémicos”, porque ellos tienen ideas y son capaces de reelaborarlas en situaciones adecuadas, así como también lo afirman (Pérez & De Pro, 2013; citado en Porlán, 2018), que los estudiantes tienen intereses, emociones y necesidades ligadas a sus experiencias de vida, a la cultura de su propio contexto y que construyen su identidad como sujetos, además de que determinan el proceso de aprendizaje, y que por tanto permite enseñar una ciencia contextualizada que aborde problemas y preguntas que interesen a todos los estudiantes, para que se promueva la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad, capaz de resolver sus problemas.

Así mismo, estas consideraciones anteriores se sustentan en una concepción de ciencia

como *práctica social* que asume unas connotaciones particulares en los contextos escolares, puesto que no se trata de transmitir una ciencia verdadera y absoluta, sino de asumirla como una práctica humana, fruto del esfuerzo innovador de las personas y sus colectividades (FC1CC1EB2FR2), una práctica que no admite que el ser humano logre comprender el mundo y desenvolverse en él sin una formación científica básica (FC1CC1EB2FR3) que le permita buscar la comprensión del mundo natural y la asignación de significados (FC1CC1DB4FR1); a la vez que también conciben *la ciencia como un sistema, dinámico y continuo*, porque es un sistema inacabado en permanente reconstrucción (FC1CC1LC1FR1), cuyas explicaciones no corresponden a verdades absolutas e incuestionables, puesto que son explicaciones alternativas que brindan significado a su experiencia para construir modelos que expliquen fragmentos de la realidad.

Es por ello que los estudiantes deben comprender que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante y que permite explicar y predecir (FC1CC1MS5FR2), así como desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo en un mundo complejo y cambiante. Del mismo modo, admiten *la ciencia como una construcción histórica*, sometida a estándares de juicio históricamente definidos y que puede ser cuestionada, discutida, afirmada, formalizada y enseñada, de manera que permita en los estudiantes promover actitudes científicas que ayuden en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y al desarrollo de valores, actitudes y acciones acordes con premisas de convivencia, democracia, solidaridad y sostenibilidad ambiental (FC1PC2DB4FR1); y desde el cual se sustenta el sentido y significado de la formación en ciencias naturales, ya que se da *desde la construcción de perspectivas del mundo*, en la que se le debe permitir a los estudiantes reconocer que su perspectiva del mundo no es el mundo, sino una perspectiva de él, dentro de muchas posibles, y que al establecer un dialogo entre estas perspectivas, llevará a entender de mejor manera el mundo en que vive (FC1EC5LC1FR1).

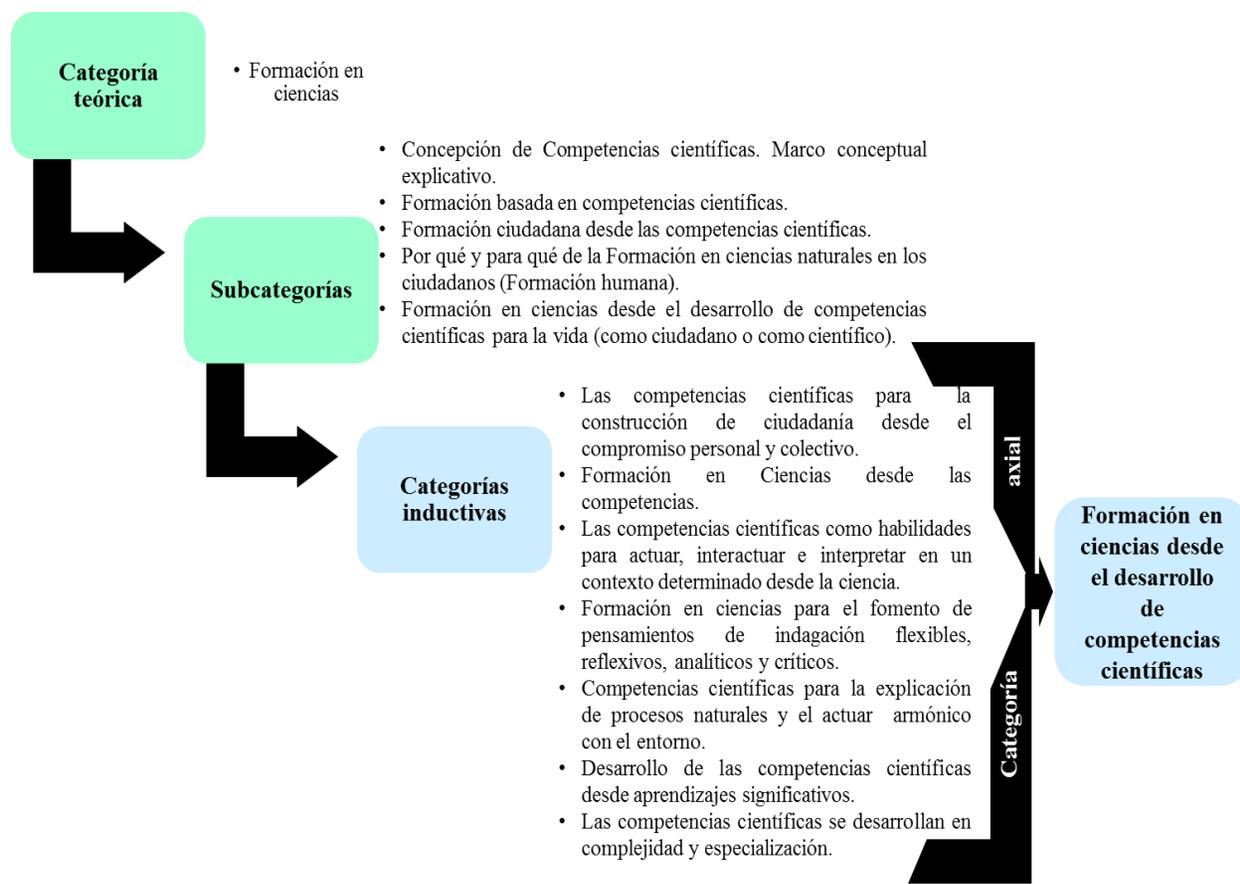
Una visión de ciencia que relaciona Porlán, (2018), expresando que la Educación Científica promueve una alfabetización científica crítica en la que el conocimiento no es un instrumento de poder social, sino por el contrario ese camino de formación en ciencias es un proceso de elaboración y reconstrucción de los esquemas de significado para comprender, explicar e intervenir en la realidad. Un conocimiento que no debe ser abordado como producto acabado, sino desde el análisis socio histórico, epistemológico y didáctico de la misma disciplina que se enseña, en la que han de integrarse las dimensiones conceptual, procedimental, emocional

y ética del ser humano, además de concebirse y representarse de una manera sistémica y diseñarse de manera dinámica, incorporando su carácter social y progresivo. Un nuevo paradigma al que Porlán (2018) le llama “Un paradigma de una educación científica coherente con los avances de la investigación y la innovación de una educación científica” (p.1)

4.1.2 Formación en ciencias desde el desarrollo de las competencias científicas-referentes nacionales. Esta segunda categoría axial “Formación en Ciencias desde el desarrollo de las competencias científicas” se orientó desde la categoría teórica de “Formación en Ciencias” y subcategorías como se refleja en el grafico 4. Esta categoría axial caracteriza la orientación de las propuestas educativas nacionales para el proceso de formación en ciencias naturales en los estudiantes a partir del desarrollo de unas competencias científicas que se alcanzan de manera gradual a lo largo del paso por los distintos grupos de grados de la educación básica primaria, básica secundaria y media.

Gráfico 5.

Síntesis de la segunda categoría axial



Fuente: Elaboración propia.

De este modo, esta categoría agrupa distintas categorías inductivas claves que destacan las unidades de análisis de cada documento y las recurrencias de las mismas en estos. Es así, como las propuestas nacionales sustentan un marco explicativo en el que fundamentan la concepción del proceso de formación en ciencias naturales desde una *formación de competencias científicas en los estudiantes para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo*, formar ciudadanos con postura crítica frente a las contribuciones de la ciencia respecto de la mejora de la calidad de la vida de las personas (FC1FCIU8EB2FR2), ciudadanos capaces de desempeñarse en la sociedad como personas activas y productivas, preocupados por construir una sociedad cada vez más justa que permita la realización personal de todos los individuos que la componen, prevaleciendo en ellos el desarrollo de valores, actitudes y acciones en correspondencia con premisas de convivencia, democracia, solidaridad y sostenibilidad ambiental.

Una educación en ciencias, en la que a través de la formación científica se animen a los estudiantes a seguir un camino académico para que continúen en sus carreras profesionales relacionadas con las ciencias naturales y puedan aportar en la constitución de un capital humano y científico que requiere la sociedad; o formar ciudadanos y ciudadanas que desde su actuación cotidiana puedan aplicar lo que aprendieron en la escuela para que así puedan tomar decisiones utilizando su conocimiento científico, también para resolver los problemas de su entorno, y así aportar en el mejoramiento de condiciones de vida individual y colectiva (FC1CCV10DB4FR2).

Estas consideraciones son aclaradas por Hernández (2005), en el que afirma que las competencias científicas pueden desarrollarse en dos sentidos, el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán, es decir, todo ciudadano debe establecer una relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, ya que la sociedad actual fuertemente impregnada por la ciencia y la tecnología exige en su propia cotidianidad un nivel de conocimiento más avanzado para poder desenvolverse en su día a día y tomar decisiones tanto individuales como colectivas, es decir, concibe un verdadero desarrollo y apropiación de competencias coherentes con los propósitos formativos más generales de la construcción de sociedad y que se alcanzan si se consideran las ciencias como sistemas de conocimientos útiles para la vida, como mapas para la acción, y como escuelas de racionalidad o prácticas paradigmáticas.

Una *formación por competencias* propuesta por el Ministerio de Educación Nacional con la publicación de los Estándares Básicos de Competencias en el año 2006, desde el que orienta la formación en ciencias naturales y se sustenta en que es necesario preparar a los estudiantes para asumir nuevos retos y darles herramientas para una vida que les exige enfrentar problemas o situaciones en diferentes contextos, ser críticos y, además, tomar decisiones informadas de manera responsable, es decir, desarrollar la competencia como la capacidad de actuar, interactuar e interpretar como un ciudadano reflexivo (FC1PC2MS5FR2). Un individuo sin una buena formación en ciencia no podrá resolver problemas desconocidos en forma exitosa y es por ello que se debe desarrollar la capacidad de emplear los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron inicialmente, involucrando la comprensión del sentido de cada actividad y sus implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas.

Desde esta perspectiva, el Ministerio de Educación Nacional considera necesario el desarrollo del pensamiento y de las habilidades relacionadas con la formación en ciencias naturales, a través de una metas como, favorecer el desarrollo del pensamiento científico, desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo, desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia, y aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad; metas traducidas en una serie de competencias científicas que son evaluadas de manera integral a partir del año 2013 (Componente biológico, físico, químico, ciencia, tecnología y sociedad) por el ICFES Media, Saber 11° (ICFES, 2019) como:

Uso comprensivo del conocimiento científico: como la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia.

Explicación de fenómenos: como la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.

Indagación: como la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas.

Una perspectiva de formación por competencias que refiere a lo que Hernández (2005) expresa, que en primer momento las competencias científicas se relacionan con la capacidad para

adquirir y generar conocimientos, pero mas que eso, cómo esta capacidad contribuye, más allá de las prácticas específicas de las ciencias, a enriquecer y cualificar la formación ciudadana, ya que tiene un impacto en la vida y en la producción. De allí, el valor de la ciencia como bien cultural, ya que sus acciones hacen posible la construcción permanente de la sociedad deseable.

De la misma manera, los referentes comprenden las competencias científicas como *habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia* (FC1CPC6MS5FR1), como un ciudadano reflexivo y responsable en un mundo interdependiente y globalizado, conscientes de su compromiso tanto con ellos mismos como con los demás. Una concepción de competencia científica acorde con las orientaciones del Marco de evaluación y de análisis de PISA, en el que la consideran como la habilidad para interactuar en situaciones relacionadas con la ciencia como un ciudadano reflexivo (FC1CPC6MP6FR1), permitiendo la comprensión de la forma en que el conocimiento de la ciencia cambia la forma en que se puede interactuar con el mundo y la forma en que se puede emplear para lograr las metas (FC1CPC6MP6FR2).

Una formación en ciencias que ha pasado del énfasis de la apropiación de conocimientos al desarrollo de capacidades de acción e interacción, la apropiación de un lenguaje específico y la comunicación en distintas circunstancias (FC1CPC6MS5FR1). Un cambio que sostienen desde los aportes de Hernández (2005), en el que define el termino competencia científica, como “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (p.21).

Un marco explicativo de las competencias científicas que si bien se acerca a los planteamientos de Tobón (2005), en cuanto considera las competencias como procesos de pensamiento complejos en el que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver problemas y realizar actividades tanto de su vida cotidiana como del contexto laboral, aportando a la transformación de la realidad; y a los aportes de Hernández (2005), en la medida que la refiere como la capacidad para adquirir y generar conocimientos, y cómo esta capacidad contribuye, más allá de las prácticas específicas de las ciencias, a enriquecer y cualificar la formación ciudadana, ya que tiene un impacto en la vida y en la producción; no son fundamentaciones epistemológicas claras sobre la propia conceptualización de las competencias, su naturaleza, la forma de integrarlas a las metodologías curriculares y el sentido mismo del

desarrollo de estas competencias en los estudiantes.

Aunque es de resaltar, que las propuestas educativas nacionales enfatizan en un proceso de *formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivos, analíticos y críticos*, ya que aun cuando la educación básica y media no tiene como objetivo formar científicos, sí debe dar a los estudiantes las herramientas para fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente (FC1EC5MS5FR1), asumiéndose como ciudadanos y ciudadanas responsables, en un mundo interdependiente y globalizado, es decir, no solo se trabaje por la comprensión de conceptos, los fenómenos, los hechos científicos, sino por el desarrollo de habilidades de pensamiento referidas especialmente a la investigación, la representación y la comunicación (FC1FCN9DB4FR2).

Por esto, el Ministerio de Educación Nacional desde el año 2006 estableció que la formación en ciencias naturales debe orientarse a la apropiación de conceptos y metodologías que permitan explicar los procesos propios de la naturaleza y su aplicación en contextos diferentes para la solución de las necesidades humanas (relación ciencia, tecnología y sociedad), así como generar en los estudiantes una conciencia ambiental a través de una postura crítica conscientes de su responsabilidad con el planeta y con los demás, es decir, a través de la indagación, observación rigurosa, sistemática, y una argumentación reflexiva, crítica y honesta que permita contextualizar e integrar, favoreciendo el acercamiento paulatino y riguroso a la actividad científica por parte de los estudiantes (FC1FCN9MS5FR4). Un sentido de la formación en ciencias que es asumido por Porlán (2018), ya que, para él en el nuevo paradigma, la educación científica debe promover una alfabetización científica crítica, cuyo camino para esa formación en ciencias se considere como un proceso de elaboración y reconstrucción de los esquemas de significado tanto de los que aprenden como de los que enseñan, de manera que sean capaces de transformar su realidad.

Y en este sentido, es que las propuestas explican el por qué y para qué de la formación en ciencias naturales basado en el desarrollo de competencias científicas, cuando evidencian que estas le permiten a los estudiantes *explicar los procesos naturales y el actuar armónico con el entorno*, ofreciéndoles la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente (FC1FCN9LC1FR1), por lo que es indispensable orientar a la apropiación de unos conceptos claves que se aproximan de manera explicativa a los procesos de la naturaleza.

Así, el sentido verdaderamente formativo de las ciencias naturales es permitirles a los estudiantes una relación armónica con los demás y una conciencia ambiental que les inste a ser parte activa y responsable de la conservación de la vida en el planeta (FC1FCN9EB2FR2), y para ello se propone alcanzar las grandes metas de la Formación en Ciencias en la Educación Básica y Media propuestas en los Estándares Básicos de Competencias que se enunciaron anteriormente, como lo es favorecer el desarrollo del pensamiento científico a través de la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, la búsqueda de evidencias, el análisis de la información, la rigurosidad en los procedimientos, la comunicación de las ideas, la argumentación con sustento, el trabajo en equipo y el ser reflexivos sobre su propia actuación.

Otra meta consiste en desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo ofreciéndole a los estudiantes las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias para acceder a los conocimientos y seguir cultivándose por el resto de sus días, de manera que puedan explorar, interpretar y actuar en el mundo, donde lo único constante es el cambio; desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia, asumiendo una postura crítica para observar y analizar cómo los descubrimientos e ideas de la ciencia han contribuido en la mejora de la calidad de la vida de las personas y a ser responsables frente al consumo y a la toma de decisiones individuales y colectivas; y aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad que se saben parte de un todo y que conocen su complejidad como seres humanos, y su responsabilidad en sus actuaciones, asumiendo posturas críticas y reflexivas frente a lo que se da por establecido, identificando las consecuencias fundamentales de las decisiones locales y nacionales, buscando soluciones a situaciones problemáticas y ser capaces de desarrollar su ejercicio como ciudadanos aportando a la consolidación de una sociedad democrática (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Por lo anterior, es válido relacionar la manera cómo se explica en los referentes nacionales el por qué y para qué de la formación en ciencias naturales desde el desarrollo de competencias científicas, con los aportes de Hernández (2005), en cuanto considera que una formación en competencias en los estudiantes tiene que ver con la apropiación de los contenidos y los métodos de trabajo de las ciencias como sistemas de conocimientos útiles para la vida, necesarios para la convivencia y el trabajo, que les permitan comprender el mundo y actuar en él, además de que se conciban las ciencias como escuelas de racionalidad que favorecen las formas de interpretación, argumentación y construcción colectiva, formas de crítica y autorreflexión y pautas de trabajo y

cooperación.

Lo que permite pensar que el desarrollo de competencias científicas a través de una formación en ciencias es fundamental para la vida, tanto como ciudadano o como científico, ya que en el ejercicio del desarrollo humano se necesita de la expansión de las capacidades de las personas para que construyan vidas más satisfactorias para sí mismas y para las futuras generaciones, y contribuyan así de manera más positiva al desarrollo de la sociedad en su conjunto (FC1CCV10LC1FR1); y que como bien lo expresa el Marco de Evaluación y de análisis de PISA (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017), el énfasis de la educación en ciencias debe estar no tanto en los individuos que serán los productores de los conocimientos científicos, sino más bien está en educar a todos los jóvenes para convertirse en usuarios, informados y críticos de los conocimientos científicos (FC1CCV10MP6FR1).

Un énfasis que Hernández (2005) reafirma sobre que una formación básica en ciencias en los estudiantes debe permitirles comprender su entorno y participar en las decisiones sociales, desarrollar en ellos las competencias necesarias para la formación de un modo de relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, coherente y pertinente con una idea de ciudadano del mundo actual, un ciudadano democrático, participativo, autónomo, reflexivo, crítico, solidario y capaz de comprender y transformar su mundo que requiere la sociedad.

Además, los referentes sostienen que para verdaderamente hacer posible el desarrollo de las competencias en su plena expresión, es fundamental la generación de situaciones de *aprendizaje significativas* en el que la formulación de problemas y la búsqueda de respuestas a estos, la valoración de los saberes previos, el estudio de referentes teóricos, las preguntas constantes, el debate argumentado, la evaluación permanente, sean elementos constitutivos de toda práctica pedagógica (FC1FCC7EB2FR2), ya que estos favorecerán aprendizajes significativos en los estudiantes, a la vez que les permitirá desarrollar la competencia como un saber hacer flexible que puede actualizarse en distintos contextos, es decir, como la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron. Lo cual implica la comprensión del sentido de cada actividad, así como sus implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas (FC1FCC7EB2FR1).

Estas situaciones de aprendizaje significativas en la formación en ciencias que si bien puede permitirle al estudiante un desarrollo de competencias, quizás olvide lo que para Porlán (2018) es muy importante, que es permitir enseñar una ciencia contextualizada que inicie con el

abordaje de situaciones problema y preguntas que interesen a todos los estudiantes, porque es de esta manera que se promueve la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad capaz de resolver sus propios problemas, aquellos que interesen a todos.

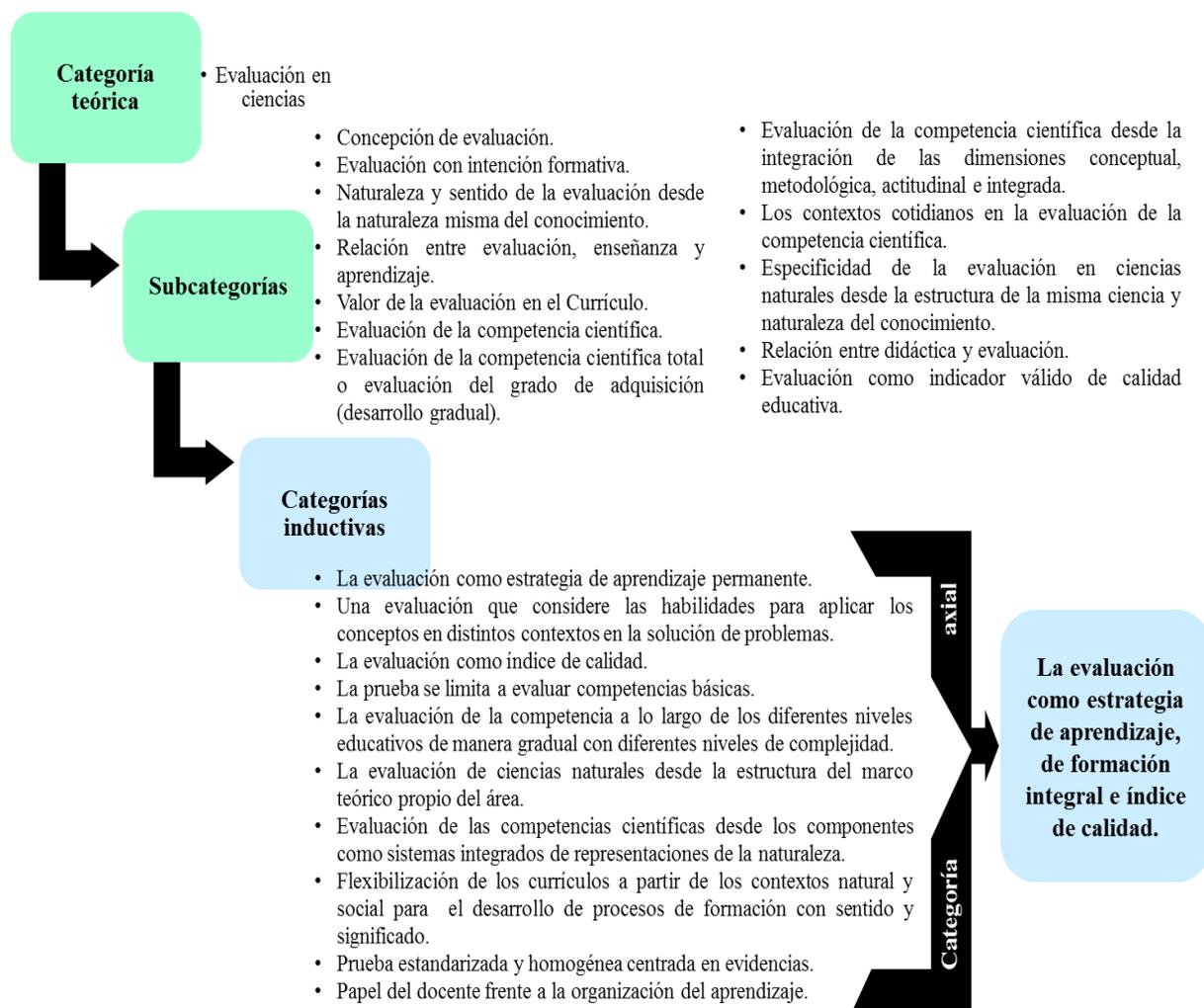
Por otra parte, las propuestas nacionales reconocen que *las competencias científicas se desarrollan en complejidad y especialización* en la medida en que se alcanzan mayores niveles de educación (FC1CPC6LC1FR1), y en el que estas se promuevan como saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes (FC1CPC6EB2FR1). Un reconocimiento que se evidencia en la estructura de los lineamientos curriculares y de los Estándares Básicos de Competencias, cuando proponen unos referentes que se expresan en una secuencia de complejidad creciente y se agrupan en grupos de grados, estableciendo lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar su paso por ese grupo de grados, con el fin de permitir un desarrollo integrado y gradual a lo largo de los diversos niveles de la educación.

Por ello, la estructura de los estándares busca representar esta concepción según la cual las competencias se van desarrollando a lo largo de la Educación Básica y Media en niveles de complejidad creciente, atendiendo al desarrollo del pensamiento de los estudiantes, y no pueden entenderse como la suma o el acumulado de determinados conocimientos, habilidades, destrezas, etc. (Ministerio de Educación Nacional., 2006). Esta organización integrada y gradual de los estándares es coherente con los grandes aportes de Piaget sobre el desarrollo intelectual en forma gradual y de acuerdo con las diferentes etapas evolutivas de los estudiantes (Vielma & Salas, 2000).

4.1.3 La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad- referentes nacionales. Esta tercera categoría axial se construye desde la categoría teórica de “Evaluación en Ciencias” y las subcategorías que se muestran a continuación (Grafico 5). De esta forma se sintetiza una categoría axial llamada “La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad”, la cual concentra las categorías inductivas que representan las unidades de análisis más significativas de cada uno de los referentes teóricos nacionales estudiados.

Gráfico 6.

Síntesis de la tercera categoría axial



Fuente: Elaboración propia.

A partir de allí los referentes teóricos nacionales conciben la *Evaluación en Ciencias Naturales como una estrategia de aprendizaje permanente*, una evaluación que al igual que la ciencia es vista como proceso, es decir, que es permanente y arroja luces sobre el camino recorrido y el que se seguirá recorriendo (EV2ECC16EB2FR1). Consideran que en una concepción renovadora, la evaluación del aprendizaje de las ciencias se refiere a un conjunto de procedimientos que se deben practicar en forma permanente, y debe ser inherente al quehacer educativo, con el objetivo de tomar conciencia sobre la forma como se desarrolla el proceso a través del cual los estudiantes construyen sus conocimientos y sus sistemas de valores, fortalecen el número de habilidades, las perfeccionan, y crecen dentro del contexto de una vida en sociedad.

Esto es, la evaluación debe servir como instrumento tanto de aprendizaje como mejora de la docencia (EV2CE11LC1FR1). Así mismo, en cada una de las propuestas educativas nacionales se promueve la evaluación continua de carácter formativo y como parte del proceso de aprendizaje, en la que se utilicen distintos instrumentos para evaluar los mismos y no unos resultados desligados de un verdadero desarrollo del pensamiento. Una evaluación formativa que es consustancial con cualquier actividad científica y, por tanto, debe formar parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias (EV2EF12LC1FR1), para identificar fortalezas que permitan superar las debilidades, poder determinar qué están aprendiendo realmente los estudiantes y buscar herramientas que permitan a cada docente orientar el proceso de enseñanza y de aprendizaje hacia los objetivos propuestos, además de generar diferentes tipos de interacción entre los estudiantes con el conocimiento para que aprendan a enfrentarse a situaciones y experiencias tomando conciencia de su propio aprendizaje (EV2EF12DB4FR1).

Estas consideraciones anteriores sobre la evaluación como estrategia de aprendizaje permanente y de carácter formativo, tiene relación con los referentes del Docente Álvarez (2001), cuando hace una distinción clara en el término de Evaluación con intención formativa, donde la evaluación es una “actividad crítica de aprendizaje, porque se asume que la evaluación es aprendizaje en el sentido que por ella adquirimos conocimiento” (p.2), y debe ser procesual, continua e integral, y donde tanto maestros como estudiantes aprenden de y con la evaluación. Una evaluación que debe estar al servicio del conocimiento y del aprendizaje de quienes aprenden, ya que esta es la esencia misma de la evaluación formativa, al servicio de los intereses formativos, convirtiéndose en actividad de conocimiento, y en acto de aprendizaje en el momento de la corrección.

Igualmente, en los referentes se expresa que en la *evaluación de la competencia científica se deben considerar las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas*, por ello las pruebas saber 11° no evalúa contenidos exclusivamente, sino la capacidad de los estudiantes para actuar, interactuar e interpretar en un contexto material y social (EV2CE11MS5FR1). Una evaluación que no considere solamente el dominio de los conceptos, sino el establecimiento de relaciones entre los diferentes conceptos y las formas del quehacer científico, teniendo en cuenta las habilidades para aplicar los conceptos en diferentes contextos y vivir productivamente en la sociedad, reconociendo los compromisos personales y sociales que se asumen.

Las pruebas saber como evaluación masiva escrita se limita a evaluar las competencias generales básicas que puedan expresarse a través de lo escrito, por lo que solo evalúa aquellas que permiten dar razón de la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, como la capacidad para usar comprensivamente el conocimiento científico de las ciencias naturales en la solución de problemas, la capacidad para explicar fenómenos y establecer la validez de un argumento, y la capacidad para indagar y comprender que a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural (EV2ECC16MS5FR3). Resaltando que la comprensión de las ciencias naturales y su evaluación se realizan alrededor de las situaciones de la vida cotidiana para estimular la costumbre de observar el medio y de preguntar por los fenómenos desde la perspectiva de las ciencias naturales (EV2CCE19MS5FR1).

En este sentido, la evaluación debe acompañarse de metodologías que les permitan a las y los estudiantes realizar actuaciones como lo hacen los científicos, permitiendo “desmitificar” las ciencias y llevarlas al lugar donde tienen su verdadero significado, llevarlas a la vida diaria, a explicar el mundo en el que vivimos (EV2CCE19EB2FR1). De ahí, la función del profesor que tiene a cargo el área en el contexto de la escuela, ya que como lo sostienen los Derechos Básicos de Aprendizaje, estos deben ser acompañados por ejemplos contextualizados de acuerdo con lo que el docente considere pertinente para sus estudiantes según su región, características étnicas y demás elementos determinantes (EV2CCE19DB4FR2). De la misma manera, las Pruebas PISA 2015 y PISA-D evalúa en ciencias tres competencias específicas, la primera es la capacidad para explicar fenómenos científicamente, la segunda para interpretar datos y pruebas científicamente y la tercera para evaluar y diseñar la investigación científica (EV2ECC16MP6FR1).

Una relación estrecha entre las competencias que evalúa las prueba saber 11° y PISA, y que es la manera como las propuestas educativas nacionales en torno al área de ciencias naturales y educación ambiental, responden a uno de los interrogantes de Cañal, ¿Cómo abordar la evaluación de la competencia científica en los estudiantes?, y al que él mismo le atañe que es fundamental comprender que el desarrollo de competencias implica el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, de una manera integrada y no como suma de pequeñas subcompetencias, ya que se trata de saber emplear esos conocimientos integrados en diferentes contextos y situaciones, además resalta que el grado de competencia científica global que tenga un estudiante dependerá, en últimas, de la validez y apropiación que tengan sus actuaciones en las situaciones problemáticas que tenga que afrontar de su vida

cotidiana (Cañal, 2012).

Esta coherencia interna entre la estructura de los Estándares Básicos de Competencias y las Competencias Científicas evaluadas en las Pruebas Saber 11° en Ciencias, en relación con las competencias que evalúa la Prueba PISA en Ciencias, es lo que evidencian los referentes como razón para que *la evaluación se considere como índice de la calidad educativa*, dado que los estándares propuestos por el MEN se refieren a lo central, necesario y fundamental en relación con la enseñanza y el aprendizaje escolar y en este sentido se los califica como básicos (EV2EEA14EB2FR1), como criterios claros de calidad que permiten juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad, ya que estos expresan el nivel de calidad que se aspira alcanzar (EV2ECE22EB2FR3).

Por tanto, las Pruebas Saber 11° que evalúa estas competencias científicas en ciencias, deben entenderse como el medio para lograr una apreciación sobre la calidad de la educación que se imparte en las instituciones escolares (EV2ECE22MS5FR1), dado que permiten saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares (EV2CE11EB2FR1). De ahí, que los resultados de las pruebas permiten investigar sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con el fin de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación (EV2ECE22MS5FR5), aunque es un indicador indispensable, pero no único, del aprendizaje de los estudiantes en el área de ciencias naturales (EV2EEA14MS5FR1), porque si bien los estándares, evaluación y planes de mejoramiento son componentes fundamentales de una estrategia a favor de la calidad de la educación, es claro que por sí solos no garantizan la calidad (EV2ECE22EB2FR2).

Así mismo, desde los Lineamientos curriculares se expresa que los resultados de la evaluación también requieren ser analizados críticamente en todos sus procesos y procedimientos, para encontrar congruencias o incongruencias que estén afectando la calidad de la evaluación, con el objetivo de que cada vez que ésta se realice, se acerque más a la realidad de los objetos evaluados, es decir, la evaluación también debe ser evaluada (EV2ECE22LC1FR1). Un análisis muy necesario en el que Álvarez (2001) enfatiza cuando afirma que una buena enseñanza favorece positivamente a un buen aprendizaje; y que una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje hace una buena y coherente evaluación. Y por ello, una buena evaluación promueve una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje, que orientará el camino para llegar a evidenciar la calidad de lo aprendido y la calidad del modo en que aprende el estudiante, así

como las dificultades que encuentra y la naturaleza de las mismas, la pertinencia de lo aprendido y la capacidad para generar nuevos aprendizajes. Entonces, de esta manera es que una evaluación debe tener al valor agregado de la enseñanza como indicador válido de la calidad de la educación.

Por lo anterior, resulta pertinente analizar si una *prueba que se limita a evaluar competencias básicas*, puede ser considerado como indicador válido de la calidad de los procesos de formación en la educación media, ya que como se razonó en párrafos anteriores, las pruebas saber 11° se enfocan en evaluar tres competencias científicas básicas (Uso comprensivo del conocimiento científico, Explicación de fenómenos e Indagación) estrechamente ligadas al logro educativo verificable (Estándares Básicos de Competencias y Derechos Básicos de Aprendizaje), que puedan dar razón de la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, y que por ser una prueba escrita debe limitarse a evaluar las competencias generales básicas que puedan expresarse a través de lo escrito (EV2CE11MS5FR3), recalcando que no todas las competencias científicas pueden evaluarse con pruebas de lápiz y papel, dado que por ejemplo, no es posible evaluar la capacidad de trabajar en equipo o la de aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento (EV2EF12MS5FR1).

Por tal razón, tanto los exámenes de educación básica y media como los de la educación superior están estructurados con base en la evaluación de unas competencias genéricas; todos estos exámenes están alineados, dado que evalúan unas mismas competencias en diferentes niveles de complejidad (EV2EGC17MS5FR2), es decir, *la evaluación de la competencia científica se hace a lo largo de los diferentes niveles educativos de manera gradual con diferentes niveles de complejidad* y de abstracción de los procesos que el estudiante debe realizar en el momento de contestar una pregunta.

En las pruebas Saber se evalúan tres niveles de competencia (Dificultad baja, media y alta) los cuales indican el desarrollo de las competencias en un determinado grado de escolaridad (EV2EGC17MS5FR3). Cuyos resultados de los niveles de competencia de los estudiantes se expresan con un puntaje numérico y se acompañan con cuatro niveles de desempeño (Nivel 1- Puntaje 0 a 40, nivel 2- Puntaje 41 a 55, nivel 3- Puntaje 56 a 70 y nivel 4- Puntaje 71 a 100) (EV2EGC17MS5FR4), los cuales tienen tres características principales, son particulares, porque están definidos para cada módulo, son jerárquicos, ya que tienen una complejidad creciente, cuyo nivel de mayor complejidad es el 4, y son inclusivos, dado que, para estar ubicado en un nivel, se requiere haber superado los inferiores. Una lógica que guarda relación con la secuencia de

complejidad creciente y en grupos de grados de los estándares básicos de competencias, con el objetivo de permitir un desarrollo integrado y gradual de las competencias en los estudiantes a lo largo de los diversos niveles de la educación (EV2EGC17EB2FR2).

Una reflexión sobre si esta prueba alineada que evalúa competencias básicas con diferentes niveles de complejidad, pueda dar razón de lo que para Pedro Cañal (2012.) es más importante al momento de evaluar el grado de competencia científica global que tenga un estudiante, que dependerá en últimas, de la validez y apropiación que tengan sus actuaciones en las situaciones problemáticas a la que se enfrenta en su vida cotidiana, comprendiendo que el desarrollo de competencias implica el dominio de conocimientos teóricos, prácticos y actitudes, de una manera integrada, en la que los estudiantes sepan emplear esos conocimientos integrados en diferentes contextos y situaciones; aclarando que esta competencia científica no es algo que se posea o no por completo, sino que su desarrollo es un proceso continuo y gradual, en el que se avanza a lo largo los diferentes niveles de escolaridad y más allá de los mismos. Una reflexión que se abordará en el próximo capítulo de resultados desde el reconocimiento de las competencias científicas en los estudiantes con mejores puntajes en las pruebas saber 11° del año 2019 del Municipio de Cúcuta, para desde allí evidenciar si la prueba muestra el grado de adquisición de las competencias científicas por los estudiantes.

Por otro lado, los referentes evidencian que la *evaluación en ciencias naturales debe hacerse desde la estructura del marco teórico propio del área*, apoyado desde el Mundo de la vida como sustrato del cual se extraen los componentes sobre el medio ambiente o mundo de los objetos, eventos y procesos; ciencia y tecnología; contexto escolar e implicaciones pedagógicas y didácticas, los cuales deben considerarse al momento de hacer diseño y desarrollo curricular y por tanto, deben ser evaluados (EV2ECN20LC1FR1). Un sustento que expresan desde los aportes de Smith y colaboradores, citados en los Derechos Básicos de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016) en el que se debe pensar en las ideas que son fundamentales para cada disciplina (biología, química, física), aquellos que tengan un amplio poder y alcance explicativo e incluyan conceptos, modelos y/o teorías aplicadas a diferentes clases de fenómenos dentro de la misma disciplina, con otras y además, muestran los procesos y métodos de construcción del conocimiento propio de la disciplina, así mismo, se facilita una estructura sobre los avances de los aprendizajes de los estudiantes (EV2ECN20DB4FR1).

Además se entiende que, como área de conocimiento específica, las ciencias naturales

desarrollan formas particulares de comprender los fenómenos que le son propios y de indagar acerca de ellos, por lo que se espera que los estudiantes desarrollen capacidades para formular preguntas, plantear problemas, abordarlos rigurosamente, construir e interpretar soluciones a estas, eligiendo con criterio la más adecuada, emplear los conocimientos de manera pertinente en situaciones en situaciones determinadas, trabajar en equipo y tomar decisiones asumiendo las posibles consecuencias (EV2ECN20MS5FR1).

Desde allí, se puede analizar si la prueba saber 11° se fundamenta desde la estructura propia del área de ciencias naturales, así como lo plantea Álvarez (2001) sobre la importancia de conocer la naturaleza y sentido de la evaluación, dado que la evaluación está estrechamente ligada a la naturaleza del conocimiento, y el conocimiento debe ser el referente teórico que da sentido global al proceso de evaluación, donde si la evaluación se separa del conocimiento se convierte en herramienta meramente instrumental que muy poco servirá en el campo de la formación integral de los estudiantes. Lo que significa también que el sentido y significado de la evaluación resulta de la visión que se tenga del conocimiento, de la interpretación del conocimiento que representan y del análisis de las bases epistemológicas en las que las formas de evaluar se fundamentan.

Igualmente, las propuestas manifiestan que las competencias científicas deben ser *evaluadas desde los componentes como sistemas integrados de representaciones de la naturaleza*, estos son, componente biológico, físico, químico y ciencia, tecnología y sociedad (EV2ED18MS5FR2), y que están alineados con los estándares y los cuales se desagregan en evidencias y afirmaciones permitiendo explicar el estudio de la naturaleza. Por esto mismo, la prueba de ciencias naturales tiene un carácter más integrador porque es una única prueba que evalúa tres competencias básicas (EV2ED18MS5FR1). Aunque los referentes continúan considerando que hoy día es un reto que la evaluación en este sentido se piense para la *flexibilización de los currículos a partir de los contextos natural y social y el desarrollo de procesos de formación con sentido y significado para los estudiantes*, (EV2EVC15EB2FR2).

Un proceso de flexibilización curricular que se apoye en el Mundo de la vida reconociendo los componentes del medio ambiente, eventos y procesos; ciencia y tecnología; contexto escolar e implicaciones pedagógicas y didácticas, desde los cuales se debe hacer el diseño y desarrollo curricular y por tanto, deben ser evaluados (EV2EVC15LC1FR1). Cambios curriculares que deben darse de manera gradual para obtener mayor aplicabilidad y coherencia

interna, y más aún favorezcan el aprendizaje de todos los estudiantes (EV2EVC15DB4FR1). Procesos de flexibilización curricular que Álvarez (2001.), considera necesarios para que haya un cambio en la concepción del currículum que conduzca a la vez a un cambio en la concepción de la enseñanza y del aprendizaje; lo que involucra transformaciones en el tratamiento de los contenidos y también en las formas de concebir la evaluación y en los criterios por los cuales ha de ser evaluado aquello que se enseña y se aprende.

Por tanto, conviene analizar si esta *Prueba estandarizada y homogénea centrada en evidencias* puede ser un indicador válido de la calidad educativa que permita fortalecer los procesos de formación en ciencia con sentido y significado para los estudiantes, cuando desde el año 2010, mediante el Decreto 869 se reglamenta la aplicación de este examen en el territorio nacional y se establece como un instrumento estandarizado para la evaluación externa y que su estructura esencial se mantendrá por lo menos doce años (EV2NE13MS5FR1). Y se resalta que desde el año 2007, las pruebas saber introducen un diseño centrado en evidencias (DCE) que describen los desempeños o comportamientos observables que dan cuenta de los componentes descritos en el modelo del estudiante (EV2EVC15MS5FR3); ya que una buena evaluación debe estar sustentada en pruebas con alto grado de validez que permitan establecer con precisión qué saben y qué saben hacer los estudiantes.

Un modelo que garantiza la evaluación estandarizada, es decir, que sea homogénea por un largo período de tiempo, de manera que se especifican los elementos necesarios para que diferentes constructores puedan elaborar pruebas equivalentes (EV2EVC15MS5FR2). Entonces, parece ser que esta prueba saber 11° estandarizada, homogénea, centrada en evidencias, que evalúa competencias básicas, sin una amplia fundamentación epistemológica desde la naturaleza y estructura misma del conocimiento de las Ciencias Naturales, se relaciona con los sustentos del docente Juan Manuel Álvarez Méndez (2001.), cuando afirma que la evaluación de hoy día se caracteriza como una acción estratégica orientada al examen, que persigue prioritariamente el éxito, que en el contexto de aula se promulga un éxito inmediato y efímero y artificial de los exámenes, en el que se preocupa más en la forma en que el estudiante aprende, sin descuidar la calidad de lo que aprende, que realmente unidos mantienen su sentido, pero que muchas veces llevan a dividirlos, desligando el proceso de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación; lo que nunca permitirá una evaluación formativa, como instrumento de aprendizaje para una formación en ciencias.

Por ello, Álvarez, sostiene que no se puede sobrestimar la evaluación en cuanto a rendimiento, dado que lleva a distorsionar el conocimiento, dividiendo en partes insignificantes la información que se considera más importante para la puntuación, y termina confundiendo lo que merece la pena aprender con lo que se supone que va a ser objeto de evaluación, llevando a que el estudiante le dé más valor a aquello que se pregunta en el examen, y el valor intrínseco de los contenidos de aprendizaje queda al margen de lo que aparece en el mismo; y por tanto, este tipo de evaluación de la competencia científica quizás no contribuirá lo suficiente para lograr ese gran reto de flexibilizar los currículos a partir de los contextos natural y social y el desarrollo de procesos de formación con sentido y significado para los estudiantes.

Sin embargo, las propuestas expresan que una renovación integral en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental, no puede dejar de lado una renovación en las formas de evaluación, de manera que en ella se puedan manifestar las transformaciones de los demás elementos curriculares, tanto la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación deben reposar sobre una misma concepción acerca de cómo se desarrolla el conocimiento en el medio escolar (EV2EEA14LC1FR1), y en esta renovación integral *el docente juega un papel fundamental frente a la organización del aprendizaje*, pues permite el desarrollo del proceso pedagógico y a través de la autoevaluación o la reflexión permanente sobre su propia práctica educativa le permite identificar logros y deficiencias en sus ejecuciones profesionales (EV2DE21LC1FR1).

Además de que los maestros deben comprender la naturaleza de las ciencias y las características de las disciplinas (biología, química, física) como fundamento para la enseñanza de las mismas, atendiendo la diferencia entre la ciencia de los científicos de la ciencia escolar, ya que la ciencia escolar es entendida como el conocimiento producido desde la integración didáctica de diferentes formas de saber (científico, ideológico-filosófico, cotidiano, artístico, etc.), que posibilita un proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los individuos (EV2DE21DB4FR1). Así, el maestro es quien selecciona y organiza los conceptos científicos que se pueden abordar en la escuela y profundizar sobre el cubrimiento de los contenidos disciplinares.

Una relación entre evaluación, enseñanza y aprendizaje en la que ya se enfatizó en párrafos anteriores desde los aportes de Álvarez (2001), así mismo, Tovar (2003), también concibe dicha relación, cuando propone el Modelo de Evaluación Multidimensional de los

Aprendizajes en Ciencias Naturales, desde los aportes de Cañal (2012), sustentando que una Evaluación en Ciencias requiere construir referentes y visiones que no se queden en lo general de la misma evaluación, sino que respondan de manera específica a la estructura de las ciencias; dado que la evaluación en ciencias es uno de los campos problemáticos de la Didáctica de las Ciencias Naturales desde el que se generan referentes específicos, una didáctica específica, por lo que esta especificidad epistemológica debe ser la misma que soporte la evaluación en ciencias. Lo que permite comprender que la evaluación debe guardar relación desde la naturaleza misma de su disciplina de la que se enseña y aprende.

En síntesis, los referentes teóricos nacionales relacionados con la formación en ciencias, el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y su evaluación en las pruebas saber 11°, adoptan una visión constructivista de ciencia, desde la cual orientan los procesos de formación en ciencias naturales para el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, así como los procesos de evaluación en ciencias, considerándolos como estrategias de aprendizaje permanente, de formación integral del estudiante e índice de calidad de los procesos educativos.

Pero, que finalmente estas propuestas educativas terminan siendo evaluadas desde unos resultados de pruebas saber 11° que se emplean como instrumento válido de la calidad educativa, por lo que es conveniente desde las palabras de Hernández (2005), reafirmar que “no es lo mismo considerar las competencias que es posible evaluar en un examen nacional de elección múltiple, que se aplica en un cierto momento del proceso formativo, que reflexionar sobre las competencias que un maestro puede reconocer y contribuir a desarrollar en el trabajo cotidiano del aula”(p.14), lo que permite reflexionar sobre las razones que llevan a pensar en una educación por competencias, su naturaleza, las orientaciones generales de esta elección, las condiciones generales de la implementación en los procesos de formación y de evaluación de la calidad de la enseñanza y sobre las formas de participación de los actores educativos en las transformaciones que implique la elección de este enfoque; ya que continuar en este nuevo paradigma de competencias sólo es posible a través de un proceso colectivo de construcción y apropiación del mismo concepto, que además depende del modo:

Como ese significado pueda ampliar el horizonte de las ideas y las prácticas en la educación, el impacto que realmente puedan tener en la calidad de la educación las transformaciones que efectivamente se hagan posibles al emplearlo y la existencia de un

proceso de construcción y apropiación colectiva de este concepto en el que participen tanto los organismos responsables de las políticas educativas y los teóricos de la educación como los docentes en ejercicio. (Hernández, 2005, p.15)

Es entonces, desde estas dimensiones encontradas que se reconocerán el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en relación con sus resultados en las pruebas saber 11°, y desde el cual se evidenciará si esta evaluación de la educación media puede ser considerado como instrumento válido de la calidad educativa, de los procesos de enseñanza y aprendizaje y más aún si reflejan el grado de desarrollo de las competencias en los estudiantes, siendo este el objetivo mismo de las pruebas.

4.2 Reconocimiento del Desarrollo de las Competencias Científicas en los Estudiantes

Para este segundo objetivo, a partir de la síntesis del análisis documental (categorías axiales e inductivas) se configura todo un marco de análisis para reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes, a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas (Guion de entrevista), a diez (10) estudiantes (informantes claves) de distintas Instituciones Educativas públicas y privadas del Municipio de Cúcuta, que para el año 2019 obtuvieron los mejores puntajes (Nivel de desempeño 4) en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales, como se muestra en la siguiente tabla.

Gráfico 7.

Instrumento matriz de análisis de resultados de la prueba saber 11° de ciencias naturales 2019 de los informantes claves

UNIVERSIDAD MAESTRÍA EN EDUCACIÓN SIMÓN BOLÍVAR		MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Objetivo: Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.								
ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE CIENCIAS NATURALES 2019								
COMPEIENCIAS CIENTÍFICAS EVALUADAS	AFIRMACIÓN/EVIDENCIA CAPACIDAD DE:	N°	ENTREVISTADO	PUNTAJE GLOBAL	PUNTAJE EN LA PRUEBA CIENCIAS NATURALES	PERCENTIL RESPECTO DE LOS EVALUADOS	NIVEL DE DESEMPEÑO	CARACTERÍSTICA DEL NIVEL
			Código - E	De 500 puntos	De 100 puntos	De 100	1- 2- 3- 4	Demuestra que:
Uso comprensivo del conocimiento científico.	Comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre ellos o con fenómenos que se observan con frecuencia. Se busca que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la repetición de conceptos a su uso comprensivo.	1	E1	367	75	100	4	<ul style="list-style-type: none"> •Plantea preguntas de investigación desde las ciencias naturales a partir de un contexto determinado. •Establece conclusiones derivadas de una investigación. •Contrasta modelos de las ciencias naturales con fenómenos cotidianos. •Resuelve situaciones problema haciendo uso de conceptos, leyes y teorías de las ciencias naturales. •Comunica resultados de procesos de investigación científica. •Analiza fenómenos naturales con base en los procedimientos propios de la investigación científica.
		2	E2	378	79	100	4	
		3	E3		74		4	
Explicación de fenómenos.	Construir explicaciones, de comprender los argumentos y modelos que expliquen fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico. Seleccionar la explicación más adecuada para dar razón de un fenómeno o un problema, deducir la validez de un argumento a partir de los referentes conceptuales y la comprensión y uso de modelos que representan fenómenos o teorías científicas.	4	E4	390	78	100	4	
		5	E5	345	74	100	4	
		6	E6	438	100	100	4	

UNIVERSIDAD MAESTRÍA EN SIMÓN BOLÍVAR EDUCACIÓN <small>BARRANQUILLA Y CÚCUTA - COLOMBIA VIGILADA MINEDUCACIÓN</small>			MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Objetivo: Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.								
ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE CIENCIAS NATURALES 2019								
COMPEIENCIAS CIENÍFICAS EVALUADAS	AFIRMACIÓN/EVIDENCIA CAPACIDAD DE:	N°	ENTREVISTADO	PUNTAJE GLOBAL	PUNTAJE EN LA PRUEBA CIENCIAS NATURALES	PERCENTIL RESPECTO DE LOS EVALUADOS	NIVEL DE DESEMPEÑO	CARACTERÍSTICA DEL NIVEL
			Código - E	De 500 puntos	De 100 puntos	De 100	1- 2- 3- 4	Demuestra que:
Indagación.	Plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas o para proponer otras nuevas. Capacidad para el planteamiento de nuevas preguntas, búsqueda y establecimiento de relaciones causa-efecto, regularidades y patrones, capacidad de hacer predicciones, seleccionar procedimientos adecuados y organizar y analizar resultados, ya sea en gráficas o tablas.	7	E7	419	82	100	4	
		8	E8	416	77	100	4	
		9	E9	403	73	99	4	
		10	E10		74	100	4	

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera a partir del análisis documental y las entrevistas semiestructuradas se permite como lo expresa Martínez (2004), construir de manera conjunta los significados respecto de la realidad objeto de estudio e interpretarla desde la integralidad misma del contexto en la que se desarrolla la investigación, para así analizar la relación entre el desarrollo de las competencias en los estudiantes y sus resultados en las pruebas saber 11°.

Por ello, desde las categorías teóricas y de la síntesis del análisis documental se construye el siguiente guion de preguntas que orienta las entrevistas semiestructuradas.

Gráfico 8.

Instrumento Matriz Guion de Entrevistas semiestructuradas

UNIVERSIDAD MAESTRÍA EN SIMÓN BOLÍVAR EDUCACIÓN		MATRIZ GUIÓN DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA			
Objetivo: Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.					
ANÁLISIS DE LA APROPIACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES - ESTUDIANTE E(____)					
N°	Categorías teóricas		Síntesis Análisis Documental		Preguntas
	Categorías	Sub categorías	Categorías inductivas	Categorías axiales	
1	1. Formación en Ciencias.	1. Concepción de ciencia.	*La ciencia como una Práctica social. *La ciencia como sistema, dinámico, y continuo	1. Visión de ciencia Constructivista	1. ¿Te ha servido la ciencia en tu día a día? ¿Para qué?
		2. Paradigma desde el que se concibe la Ciencia.	*La ciencia es una construcción histórica		2. En el momento de analizar y resolver una problemática de tu día a día, ¿Has hecho uso del conocimiento cotidiano y/o del científico o has integrado los dos? ¿De qué manera lo has hecho?
		3. Relación entre el conocimiento cotidiano y científico.	*Construcción del conocimiento científico desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano).		3. ¿Consideras que los conocimientos aprendidos en el área de ciencias naturales han tenido algún valor y significado en tu vida? ¿De qué manera?
		4. Concepción de Formación en ciencias en los estudiantes como sujetos epistémicos.	*Formación en ciencias a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes.		7. Después de haber pasado por una formación en ciencias en tu colegio, ¿Qué capacidades y/o habilidades crees que has desarrollado para explicar los fenómenos de las ciencias naturales de tu propio entorno?
		5. Concepción de la enseñanza de las ciencias.-Sentido y significado.	*Sentido y significado de la formación en ciencias desde la construcción de perspectivas del mundo.		4. ¿En qué sentido la formación en ciencias naturales que recibiste ha contribuido a tu vida como ciudadano y te ha motivado a tomar acciones en beneficio del bienestar individual y colectivo? ¿Qué ejemplo nos puedes dar?
		6. Concepción de Competencias científicas. Marco conceptual explicativo.	*Las competencias científicas se desarrollan en complejidad y especialización. *Las competencias científicas como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia.	2. Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas	6. ¿Crees tú que la sociedad esta actuando de la mejor manera en pro del bienestar individual y colectivo en estos momentos de Pandemia? ¿Por qué?
		7. Formación basada en competencias científicas.	*Formación en Ciencias desde las competencias. *Desarrollo de las competencias científicas desde aprendizajes significativos.		5. Frente a la situación actual y los conocimientos que tienes en ciencias naturales, ¿Cómo crees que has actuado frente a esta situación de emergencia? ¿Cómo podrías evaluar tu forma de actuar?
		8. Formación ciudadana desde las competencias científicas.	*Las competencias científicas para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo.		
		9. Por qué y para qué de la Formación en ciencias naturales en los ciudadanos (Formación humana).	*Formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivos, analíticos y críticos.		
		10. Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas para la vida (como ciudadano o como científico).	*Competencias científicas para la explicación de procesos naturales y el actuar armónico con el entorno.		

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR MAESTRÍA EN EDUCACIÓN		MATRIZ GUIÓN DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA			
Objetivo: Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.					
ANÁLISIS DE LA APROPIACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES - ESTUDIANTE E(____)					
N°	Categorías teóricas		Síntesis Análisis Documental		Preguntas
	Categorías	Sub categorías	Categorías inductivas	Categorías axiales	
2	2. Evaluación en Ciencias.	11. Concepción de evaluación.	*La evaluación como estrategia de aprendizaje permanente.	3. La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad.	8. ¿Crees que tu puntaje en el resultado de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales tiene relación con las habilidades que desarrollaste durante tu proceso de formación? ¿Por qué? 9. La emisión de gases como el dióxido de carbono CO2 generado por los vehículos, las fábricas y por el proceso mismo de la respiración de los animales, han tenido un gran efecto negativo sobre el ecosistema. ¿Qué consecuencias crees que esto puede causar al ecosistema? ¿Crees que puedes ayudar en algo desde tus acciones diarias? 10. La tierra se puede considerar como un sistema termodinámico porque recibe energía del sol e intercambia calor con el espacio a través de la atmósfera. Pero en las últimas décadas se ha presentado un fenómeno llamado calentamiento global, que se debe al aumento de los gases de efecto invernadero (CO2, Metano y vapor de agua). ¿Cuál de las siguientes estrategias crees que ayudaría a reducir este fenómeno y por qué? - Plantar más árboles. - Prohibir la explotación de las aguas subterráneas. - Proteger la fauna silvestre. 11. De acuerdo a las dos situaciones anteriores, ¿Cuál de las siguientes preguntas orientaría una investigación para obtener más información sobre el calentamiento global? ¿Por qué? - ¿La presencia de gases en la atmósfera afecta el ecosistema? - ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema? - ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global?
		12. Evaluación con intención formativa.			
		13. Naturaleza y sentido de la evaluación desde la naturaleza misma del conocimiento.	*La prueba se limita a evaluar competencias básicas.		
		14. Relación entre evaluación, enseñanza y aprendizaje.	*Flexibilización de los currículos a partir de los contextos natural y social para el desarrollo de procesos de formación con sentido y significado.		
		15. Valor de la evaluación en el Currículo.	*Prueba estandarizada y homogénea centrada en evidencias.		
		16. Evaluación de la competencia científica.	*La evaluación de la competencia a lo largo de los diferentes niveles educativos de manera gradual con diferentes niveles de complejidad.		
		17. Evaluación de la competencia científica total o evaluación del grado de adquisición (desarrollo gradual).			
		18. Evaluación de la competencia científica desde la integración de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.	*Evaluación de las competencias científicas desde los componentes como sistemas integrados de representaciones de la naturaleza.		
		19. Los contextos cotidianos en la evaluación de la competencia científica.	*Una evaluación que considere las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas.		
		20. Especificidad de la evaluación en ciencias naturales desde la estructura de la misma ciencia y naturaleza del conocimiento.	*La evaluación de ciencias naturales desde la estructura del marco teórico propio del área.		
		21. Relación entre didáctica y evaluación.	*Papel del docente frente a la organización del aprendizaje.		
22. Evaluación como indicador válido de calidad educativa.	*La evaluación como índice de calidad.				

Fuente: Elaboración propia.

Para la aplicación de este guion de preguntas (Ver completo en Anexo 4. Carta solicitud validación de instrumentos - guión de entrevista semiestructurada) se utiliza la plataforma virtual de zoom, como programa de video llamadas y reuniones virtuales, ya que para este momento de aplicación de los instrumentos de recolección de información, como se explicó anteriormente en

la metodología, en el país se cumplía con una cuarentena obligatoria a raíz de la emergencia sanitaria por el COVID- 19, razón por la cual los investigadores desarrollan las entrevistas por este medio, a través de la interacción dialéctica permitiendo que los estudiantes suministraran discursos valiosos para reconocer el desarrollo de sus competencias científicas. Estas entrevistas fueron debidamente grabadas con el consentimiento informado de cada participante clave, en el que luego dicha información se sistematizó y analizó a través de la siguiente matriz de análisis de discursos. (Ver completa en anexo 6 - Matriz de análisis documental).

Gráfico 9.

Instrumento Matriz de análisis de discursos- Entrevistas semiestructuradas

UNIVERSIDAD MAESTRÍA EN SIMÓN BOLÍVAR EDUCACIÓN MATRIZ DE ANÁLISIS DE DISCURSOS- ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA								
Objetivo: Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.								
ANÁLISIS DE LA APROPIACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES					SÍNTESIS			
Síntesis Análisis Documental	Pregunta/ Código	Discursos	Código	Unidad de Análisis	Categorías inductivas	Categorías Axial	Categorías Emergentes	
Categorías axiales		Respuestas - E						

Fuente: Elaboración propia.

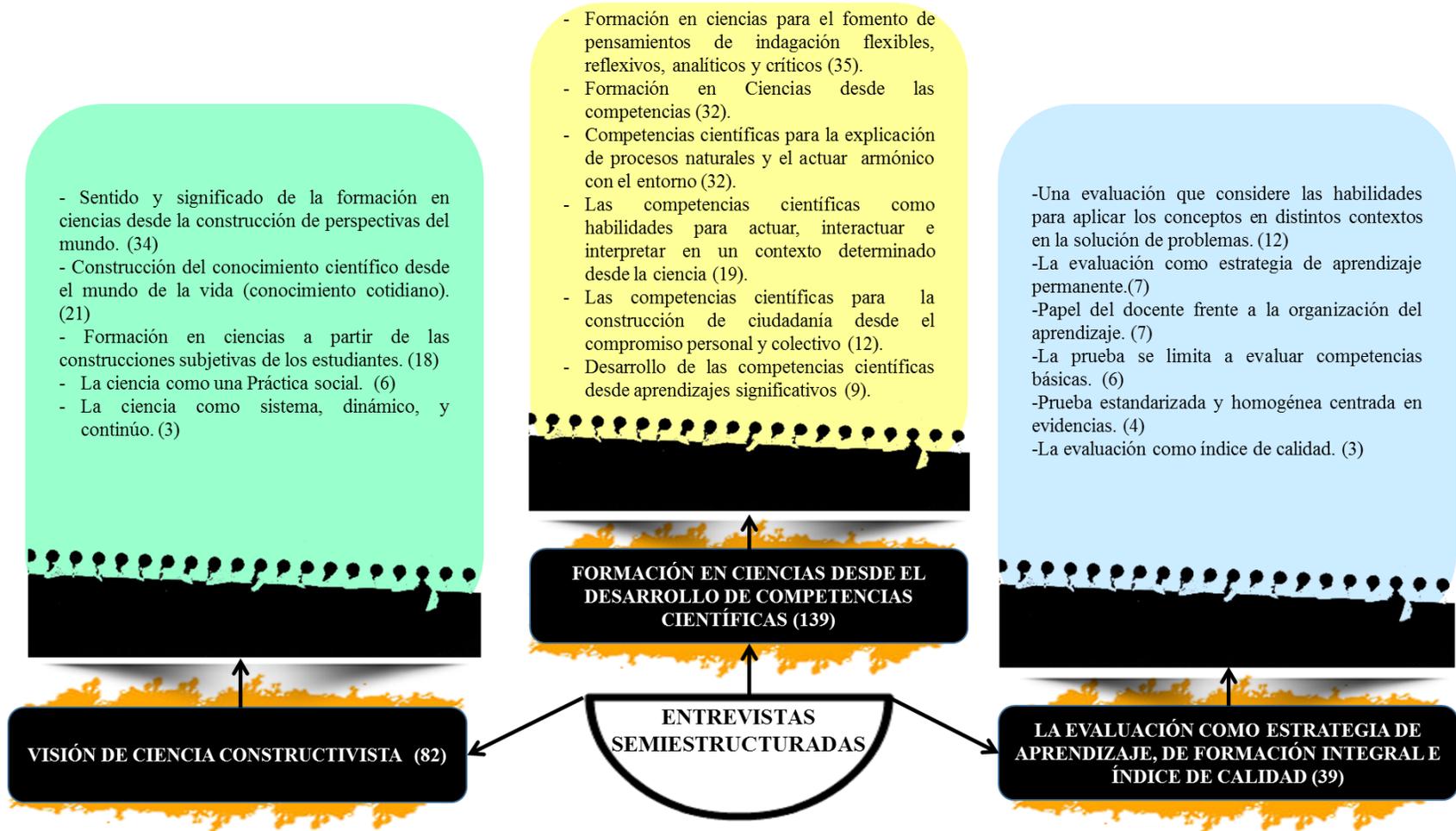
De la misma manera como se realizó la síntesis del análisis documental, se hizo el análisis de los discursos, en el que a través de categorías inductivas se representan las unidades de análisis de cada uno de los discursos, y estas a su vez fueron relacionadas con las mismas categorías axiales que surgieron del análisis de cada uno de los referentes nacionales (Visión de ciencia constructivista, formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas y la evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad), ya que se buscaba encontrar en los discursos de los estudiantes las dimensiones expresadas en las propuestas educativas nacionales para la formación en ciencias naturales. Y aquellas categorías inductivas que no se relacionaban con las anteriores, fueron identificadas como categorías emergentes, que se analizan más adelante en otro apartado.

Esta síntesis de los discursos se presenta a continuación desde las tres categorías axiales abordadas en el análisis documental y las categorías inductivas que dan significado a estas, siguiendo la lógica de sus recurrencias (aparecen entre paréntesis) a lo largo de los discursos de los estudiantes como se muestra en la siguiente gráfica, para que desde allí se reconozca el desarrollo y apropiación de las competencias científicas en los estudiantes en relación con las

fundamentaciones de los referentes teóricos nacionales a partir de las cuales se orientan los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación.

Gráfico 10.

Síntesis del análisis de discursos



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Visión de ciencia constructivista - discursos de los estudiantes. Esta categoría axial que como se mencionó anteriormente, está iluminada desde la categoría teórica de “Formación en Ciencias” y para su análisis en los discursos de los estudiantes se estructuró a través de las siguientes preguntas del guion:

¿Te ha servido la ciencia en tu día a día? ¿Para qué?

En el momento de analizar y resolver una problemática de tu día a día, ¿Has hecho uso del conocimiento cotidiano y/o del científico o has integrado los dos? ¿De qué manera lo has hecho?

¿Consideras que los conocimientos aprendidos en el área de ciencias naturales han tenido algún valor y significado en tu vida? ¿De qué manera?

Gráfico 11.

Síntesis del análisis de discursos- Categoría Visión de ciencia constructivista



Fuente: Elaboración propia.

A partir de estas preguntas, es que se permite considerar que en los discursos de los estudiantes se concibe una visión de ciencia constructivista, ya que una de las categorías inductivas que la constituyen -*Sentido y significado de la formación en ciencias desde la construcción de perspectivas del mundo*, presenta mayor recurrencia y representa las posturas de ciencia, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Síntesis de la categoría inductiva - sentido y significado de la formación en ciencias desde la construcción de perspectivas del mundo

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Visión de ciencia constructivista	Sentido y significado de la formación en ciencias desde la construcción de perspectivas del mundo.	<p>E1P1C1R1FR1. Si, me ha servido bastante y más ahora que estoy estudiando medicina.</p> <p>E1P1C1R1FR2. En cualquier ámbito, la ciencia es algo importante.</p> <p>E2P1C1R1FR3. Sabiendo de ciencia puedo entender qué pasa, y me ha servido para generar conciencia, aplicarla en el estudio de medicina, entender el por qué hago las cosas y cómo las hago.</p> <p>E5P1C1R1FR1. Sí, siempre se puede usar la ciencia en nuestra vida cotidiana.</p> <p>E7P1C1R1FR1. La ciencia en si para mi es prácticamente lo más bonito, lo que más me motiva de por si la ciencia en el día a día le sirve a uno es para todo.</p> <p>E9P1C1FR1. Sí, me ha servido mucho lo que aprendí en el colegio, porque lo aplico en mi vida.</p> <p>E1P2C1R2FR2. Porque considero que el conocimiento es bastante importante.</p> <p>E2P2C1R2FR2. Me hacen preguntas de por qué es bueno o malo que me de fiebre, yo estudiando esas cosas puedo darles una explicación completa justificada.</p> <p>E6P2C1R2FR2. Y a partir de ahí puede tomar decisiones, como patear un balón o decidir qué carrera.</p> <p>E7P2C1R2FR1. Es algo que, pues siempre me ha servido como para pegarme las salvaditas de no cometer por total ignorancia, o por tal ligereza de decidir hacer lo mismo, de tomar las mismas medidas poco preventivas. Creo que eso me ha salvado bastante de muchos remedios que seguramente me hubieran acabado por matando.</p> <p>E10P2C1R2FR2. Ha sido fundamental saber, es vergonzoso llegar a una conversación y que lo que digas se base en suposiciones y no en temas con fundamentos.</p> <p>E4P3C1R3FR1. Si, la mayoría de los conocimientos que he obtenido me han servido de algo en mi vida.</p> <p>E7P3C1R3FR1. Por supuesto, el conocimiento científico, el que se nos introduce en el colegio de a poquito siempre resulta una maravilla.</p> <p>E8P3C1R3FR1. Si, si han tenido un valor significativo en mi vida porque pues la ciencia y las ciencias naturales al conocerlas y estudiarlas fue lo que me llevó a interesarme en la ingeniería.</p> <p>E8P3C1R3FR2. Y pues por decirlo así, la ciencia me inspiró a estudiar en la rama que estudio y le ha dado un significado a mi vida.</p> <p>E9P3C1R3FR1. Si profe, muchísimo, en especial por ejemplo en la alimentación, en la parte de biología a mí me ha servido muchísimo como para tratar de empezar a tener una mejor alimentación y demás.</p> <p>E10P3C1R3FR4. En las tres áreas de las ciencias naturales a pesar de que algunas personas lo consideren específico siento que el hecho de conocer te permite crecer como persona.</p> <p>E1P4C2R4FR2. Gracias a ese entendimiento he podido llevar una vida más empática, más concientizada de lo que soy.</p> <p>E10P4C2R4FR1. En mi formación como persona más que como académico, de acuerdo como actúas te darás cuenta si eres coherente con lo que predicas y aplicas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

A partir, de estas unidades de análisis que representan los fragmentos más significativos de los discursos de los estudiantes para esta categoría, se evidencia que el sentido y significado de la formación en ciencias naturales desde las propuestas nacionales es coherente con el valor que le asignan los estudiantes a la ciencia en sus vidas, pues la mayoría de ellos consideran que las ciencias naturales son muy importantes para sus vidas, ya que les permite comprender la vida, explicar científicamente lo que pasa en su día a día, tomar decisiones, actuar correctamente y mas aun se apropian al decir, “Gracias a ese entendimiento he podido llevar una vida más empática, más concientizada de lo que soy” (E1P4C2R4FR2).

De manera, que se permite reconocer que sus procesos de formación en ciencias naturales se desarrollaron desde la construcción de sus propias perspectivas del mundo, pero reconociendo a su vez que su perspectiva del mundo no es el mundo, sino su perspectiva, dentro de muchas posibles, y que desde el conocimiento científico propio de las ciencias naturales se enriquece su perspectiva para explicar y comprender de mejor manera el mundo en el que vive. Así mismo, cuando afirman que las ciencias naturales han tenido un significado en su vida, “Si profe, muchísimo, en especial por ejemplo en la alimentación, en la parte de biología a mí me ha servido muchísimo como para tratar de empezar a tener una mejor alimentación y demás” (E9P3C1R3FR1), ya que como lo sustenta Porlán (2018) ese camino de formación en ciencias debe ser un proceso de elaboración y reconstrucción de los esquemas de significado en los estudiantes para comprender, explicar e intervenir en la realidad vivida.

Esta visión constructivista de ciencia también puede reconocerse en los discursos de los estudiantes, dado que la segunda categoría inductiva- *Construcción del conocimiento científico desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano)*, es la que continúa con mayor frecuencia y que puede visualizarse en el siguiente cuadro, cuando se les preguntó a los estudiantes de si en el momento de analizar y resolver una problemática de su día a día, han hecho uso del conocimiento cotidiano y/o del científico o han integrado los dos y de qué manera lo han hecho.

Tabla 8.***Síntesis de la categoría inductiva - construcción del conocimiento científico desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano)***

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Visión de ciencia constructivista	Construcción del conocimiento científico desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano).	<p>E1P2C1R2FR1. Pues si he usado los dos, puesto que uno tiende a llevarse por lo aprendido y no solo lo que el colegio me enseñó sino también la sociedad, uso un poco de ambos.</p> <p>E2P2C1R2FR1. Los dos, cuando entiendo algunos fenómenos, explicándole a mi familia por qué hacer y por qué no hacer ciertas cosas.</p> <p>E3P2C1R2FR2. Los dos puesto que lo que aprendí en el colegio, también con lo del diario vivir, la lógica pura, la razón, los dos obviamente.</p> <p>E6P2C1R2FR1. Yo siento que he integrado ambos, es necesario tener los dos, tener en cuenta lo que se vive, la experiencia o sentido común.</p> <p>E7P2C1R2FR4. El hecho de que un simple arroz acaba siendo un proceso bastante científico, bastante químico detrás, es una habilidad que entra bastante dentro del conocimiento cotidiano, una simplonada pero uno se da cuenta que detrás de algo tan simple hay ciencia, que ahí hay termodinámica, que ahí hay cinética química, que ahí hay leyes de los gases involucradas, que ahí hay que aprovechar la distribución del calor, las densidades, todo, el hecho de que el agua y el aceite se repelan, el hecho de que una olla presión de efectivamente a la forma en que está construida favorezca a que los alimentos se cocinen sin necesidad de llegar y rostizar las cosas, es algo que también suena bastante cotidiano, bastante mundano pero que detrás tiene su ciencia.</p> <p>E9P2C1R2FR1. He integrado los dos porque no sé, a veces como que resuelvo las cosas de la manera cotidiana, pero a veces como que le pongo, entonces ya me voy a algo más científico de saber las razones y de las consecuencias de lo que voy a hacer.</p> <p>E1P4C2R4FR1. Como dije antes las ciencias naturales me han servido para encontrar una explicación a los problemas naturales y procesos biológicos.</p> <p>E6P4C2R4FR1. Si me ha ayudado como ser humano, el ver las cosas desde un punto de vista científico, dar argumentos para actuar de forma altruista algo que biológicamente tiene sentido.</p> <p>E6P5C2R5FR2. Eso es lo que uno hace con la ciencia se basa en argumento, no en lo que ves o escuchas.</p> <p>E7P7C2R7FR10. Y efectivamente se logre corroborar que, del paso de un medio a otro, se debe a la búsqueda de la naturaleza de una eficiencia del mayor gasto de energía, efectivamente sea un conocimiento científico.</p> <p>E7P7C2R7FR11. Entonces resulta que todas las cositas que uno va aprendiendo le permiten ver que el mundo se puede explicar.</p>

Fuente: Elaboración propia.

En las propuestas nacionales se encontró de manera reiterativa que en el proceso de formación en ciencias naturales en los estudiantes es fundamental que exista una estrecha

relación entre el conocimiento cotidiano y científico, ya que el conocimiento científico se construye desde el mundo de la vida (conocimiento cotidiano) y solo tiene sentido dentro de este mismo y para el hombre que en él vive; de la misma manera, los discursos de los estudiantes coinciden en que en su día a día hacen uso tanto del conocimiento cotidiano como científico, cuando expresan, “ Yo siento que he integrado ambos, es necesario tener los dos, tener en cuenta lo que se vive, la experiencia o sentido común” (E6P2C1R2FR1), “Como dije antes las ciencias naturales me han servido para encontrar una explicación a los problemas naturales y procesos biológicos” (E1P4C2R4FR1), es decir, relacionan el conocimiento cotidiano para explicar el mundo de la vida, aunque reconocen que el conocimiento científico de las ciencias naturales les permite explicar científicamente los fenómenos, con argumentos y comprender que desde la ciencia el mundo se puede explicar.

Esto demuestra que el conocimiento natural del mundo que poseen lo relacionan progresivamente para hacerlo mas complejo hasta un conocimiento científico, y entonces puede afirmarse que el proceso de formación en ciencias logró relacionar estas dos formas de conocimiento, dándole sentido y significado al mundo que rodea los estudiantes, y que en palabras de Pozo & Gómez (1992), esto puede ayudar a los estudiantes a comprender el significado de los modelos científicos y que se interesen por ellos.

Por lo anterior, también se hace evidente que *el proceso de formación en ciencias se orientó a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes*, ya que en sus discursos se identifican construcciones de significado que pueden ser originadas por experiencias sensoriales, culturales o escolares, y por tanto, conviene reconocerlas para analizar el gran valor de estas en los procesos de aprendizaje.

Tabla 9.

Síntesis de la categoría inductiva - Formación en ciencias a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Visión de ciencia constructivista	Formación en ciencias a partir de las construcciones subjetivas de los estudiantes	E5P1C1R1FR5. La química también está en muchas partes desde cuando me sirvo un batido, las moléculas. E5P1C1R1FR6. Física el movimiento de los carros, el vuelo de las aves... E8P1C1R1FR2. ¿Para qué?, yo diría que para comprender el mundo. Porque sin la ciencia muchas de las cosas que vemos normalmente serian como de origen mítico o de una leyenda. E8P1C1R1FR3. La ciencia ayuda a explicar muchos fenómenos, muchísimas cosas que pasan a diario, como por qué llueve, por qué se evapora el agua, muchas cosas que pasan en el hogar incluso, por qué cuando el agua llega a cierta temperatura hierve...

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>E8P1C1R1FR5. Para comprender el mundo, para comprender lo que pasa y para basarnos en ella y crear cosas nuevas.</p> <p>E9P1C1FR2. Para comprender el entorno, en el consumo de los alimentos, todo lo químico y eso.</p> <p>E1P2C1R2FR3. Ya que es un conocimiento basado en la evidencia o situaciones que deben pasar de cierta forma, estamos en una sociedad vivimos en un colectivo donde se tiene que tomar en cuenta la cotidianidad de las personas.</p> <p>E7P2C1R2FR3. Mirando que era lo que pasaba con un pequeño voltímetro, viendo sí es que está circulando una corriente por allá, observando si el cableado estaba haciendo efectivamente contacto con un elemento tan cotidiano como eso, acaba uno llevando también a que pues un peligro como eso se puede estar evitando y de que no es algo tan sobrenatural como lo acostumbran a creer las mamás, o las abuelitas.</p> <p>E1P3C1R3FR2. Me parecía interesante como hacia al ver las células, cómo estamos compuestos por unidades de vida, que hace que nos podamos mover, respirar.</p> <p>E7P3C1R3FR2. Uno de chiquito por ejemplo se ponía a analizar esas cosas, porque uno llega, bueno uno llega al mundo y no conoce, no sabe cómo explicar todo lo que le rodea, y al final uno se da cuenta poquito a poquito con esos conocimientos que va adquiriendo, introducidos en el colegio, de que cosas como electricidad y magnetismo están relacionadas.</p> <p>E7P3C1R3FR3. De por si son conocimientos científicos muy muy valiosos, el hecho de que cosas, como preguntarse por qué y de donde viene el ser humano el homo sapiens y ver de qué cosas como las leyes de la genética de Darwin, el Darwinismo, todo eso conecta millones de años, de historia que nos lleva desde el pasado hasta el presente, a entender, o a tratar de teorizar acerca de lo que fue el mundo y lo que es el mundo...</p> <p>E7P7C2R7FR6. Pero no con nada de magia, de sencilla cosa que no se puede entender sino como algo que tiene su debido eslabón de por qué, algo que se puede conectar, que se puede entender por qué detrás de tantos carbonos, tantos componentes, se puede deducir que lo que sucede es parte de lo que explican las leyes naturales.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Construcciones subjetivas en los estudiantes que en su mayoría son de origen escolar y lo han vinculado a lo conocido, a su mundo natural, para explicar los fenómenos naturales de su contexto, esto se puede notar en la mayoría de los discursos, como por ejemplo, “De por si son conocimientos científicos muy muy valiosos, el hecho de que cosas, como preguntarse por qué y de donde viene el ser humano el homo sapiens y ver de qué cosas como las leyes de la genética de Darwin, el Darwinismo, todo eso conecta millones de años, de historia que nos lleva desde el pasado hasta el presente, a entender, o a tratar de teorizar acerca de lo que fue el mundo y lo que es el mundo” (E7P3C1R3FR3); y así en los demás discursos se analiza lo que los referentes nacionales fundamentaban sobre considerar a los estudiantes como sujetos epistémicos, ya que ellos al igual que el científico, experimentan en el mismo mundo de la vida y a lo largo de su vida

han hecho construcciones de significado para explicarlo.

Situación que demuestra que de alguna manera, dichas construcciones de los estudiantes fueron tenidas en cuenta para relacionarlas con el conocimiento de las ciencias naturales, y de esta manera como lo sostiene Porlán (2018), estas ideas de los estudiantes manifiestan sus propios intereses, emociones y necesidades sujetas a sus experiencias de vida, y que determinan el proceso de aprendizaje, ya que así se permite enseñar una ciencia contextualizada que promueva la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad, capaz de resolver sus problemas, y de explicar fenómenos diarios científicamente como se observa en los discursos de los estudiantes.

Finalmente, desde la categoría de visión de ciencia constructivista se logró identificar en los discursos la forma en cómo los estudiantes conciben la ciencia, resaltando que estas dos últimas categorías inductivas fueron las que menos recurrencias obtuvieron en el análisis de las entrevistas. Una de estas categorías es *la ciencia como una práctica social* para reconocer el carácter humano de la ciencia y su relación en el desarrollo de la humanidad, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10.

Síntesis de la categoría inductiva - La ciencia como una práctica social.

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Visión de ciencia constructivista	La ciencia como una práctica social	E6P1C1R1FR4. Me genera satisfacción entender la ciencia y a partir de ese conocimiento lo puedo aplicar, además tener una visión más objetiva. E7P2C1R2FR5. Pienso que la ciencia se debe aprender más como hacia el sentido de verdad involucrarse en la generación de conocimiento, porque el día a día no presenta cosas muy interesantes, pero siempre hay principalmente peligros o creencia erróneas que no sabemos cómo desenvolvemos con ella, si todo está detrás de la ciencia. E5P3C1R3FR3. Las ciencias naturales dan la parte teórica pero también enlazan a la práctica y nos ayuda a dar un servicio al mundo y me ha aportado muchísimo y no lo pienso dejar. E6P3C1R3FR2. Pero además de eso, así no me hubiera querido dedicar a la ciencia puesto que me permite tener una mirada objetiva en problemas teóricos que no son sólo de ciencia sino otras áreas del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Con los discursos anteriores, se puede identificar que los estudiantes reconocen la ciencia como una práctica social, en concordancia como lo exponen los Estándares Básicos de Competencias y Porlán (2018) cuando reafirma que la Educación Científica promueve una alfabetización científica crítica, puesto que le permite a los seres humanos comprender el mundo,

asignarle significados y desenvolverse en él a través de una formación científica básica. Los estudiantes además reconocen que como practica social, la ciencia les permite tener una visión objetiva del mundo, así como construir nuevos conocimientos para el desarrollo de la humanidad, y con ello, también conciben *la ciencia como sistema, dinámico, y continuo*, cuando expresan que los conocimientos científicos son cambiantes en el tiempo y no son verdades absolutas, sino que estos se renuevan, van avanzando, evolucionando hacia una mejor forma de comprender e interpretar los fenómenos de la naturaleza.

Tabla 11.

Síntesis de la categoría inductiva - la ciencia como sistema, dinámico, y continuo

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Visión de ciencia constructivista	La ciencia como sistema, dinámico, y continuo.	E7P7C2R7FR13. Y a comprender que a través del tiempo el conocimiento científico va avanzando apunta de una especie de paradigma, un paradigma construido a base de diferentes experimentos que consolidan teorías, que nos dan una forma de entender, una forma de tratar de interpretar los fenómenos que hay en la naturaleza E7P7C2R7FR15. Y que va evolucionando, que es algo que no se queda quieto, que no hay una verdad absoluta detrás, sino que tenemos que seguir evaluando y tratando de construir bloque tras bloque, tal vez de derribar algunos de esos bloques antiguos, que tal vez estén erróneos, con tal de poder tener la mejor comprensión de cada una de las cosas que nos suceden en el ambiente. E8P4C2R4FR3. Sí, porque la ciencia me motiva a aprender constantemente, a no quedarme quieto sino a estar aprendiendo cosas nuevas, porque la ciencia se renueva cada día por decirlo así.

Fuente: Elaboración propia.

Un paradigma desde el cual los estudiantes conciben la ciencia como práctica social y sistema, dinámico y continuo, que guarda relación con el nuevo paradigma propuesto por Porlán (2018), “Un paradigma de una educación científica coherente con los avances de la investigación y la innovación de una educación científica”; así como con las explicaciones halladas en los Lineamientos Curriculares y el Marco de Referencia de las pruebas de ciencias naturales, cuando afirman que los conocimientos científicos no corresponden a verdades absolutas e incuestionables, sino a explicaciones alternativas de fragmentos de la realidad, por el que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante y que permite explicar y predecir, y por medio de esta se permite desarrollar en los estudiantes la capacidad de seguir aprendiendo en un mundo complejo y cambiante. Una capacidad que se refleja en algunos discursos de los estudiantes cuando afirman- “Sí, porque la ciencia me motiva a aprender constantemente, a no quedarme quieto sino a estar aprendiendo cosas nuevas, porque la ciencia se renueva cada día por decirlo así” (E8P4C2R4FR3).

4.2.2 Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas - discursos de los estudiantes. Esta categoría axial que también está iluminada desde la categoría teórica de “Formación en Ciencias”, se analiza en los discursos de los estudiantes a través de las siguientes preguntas. Después de haber pasado por una formación en ciencias en tu colegio, ¿Qué capacidades y/o habilidades crees que has desarrollado para explicar los fenómenos de las ciencias naturales de tu propio entorno?

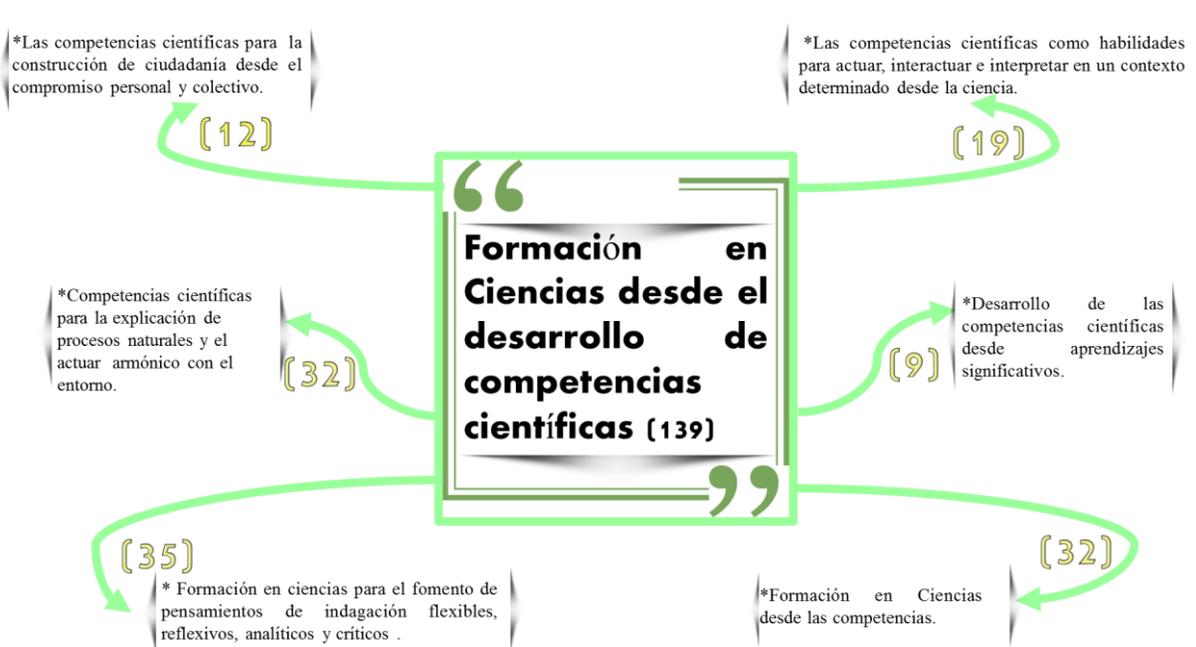
¿En qué sentido la formación en ciencias naturales que recibiste ha contribuido a tu vida como ciudadano y te ha motivado a tomar acciones en beneficio del bienestar individual y colectivo? ¿Qué ejemplo nos puedes dar?

¿Crees tú que la sociedad está actuando de la mejor manera en pro del bienestar individual y colectivo en estos momentos de Pandemia? ¿Por qué?

Frente a la situación actual y los conocimientos que tienes en ciencias naturales, ¿Cómo crees que has actuado frente a esta situación de emergencia? ¿Cómo podrías evaluar tu forma de actuar?

Gráfico 12.

Síntesis del análisis de discursos- categoría formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas



Fuente: Elaboración propia.

Desde allí se construye una síntesis de las unidades de análisis más representativas de los discursos, se relacionan en unas categorías inductivas y estas a su vez dentro de una categoría axial- Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas- para contrastar las fundamentaciones de los referentes teóricos nacionales sobre el proceso de formación en ciencias naturales con el desarrollo de las competencias científicas desarrolladas en los estudiantes. Contraste que se mostrará en los siguientes párrafos desde las mismas categorías inductivas iluminadas por el análisis documental, siguiendo el orden de mayor a menor recurrencias halladas en los discursos.

Así, la categoría de *Formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivos, analíticos y críticos*, es la que se encuentra con mayor recurrencia cuando se analiza desde las propuestas educativas, en la que sostienen que si bien el objetivo de la educación no es formar científicos, sí es permitirles a los estudiantes las herramientas para fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente y se asuman como ciudadanos y ciudadanas responsables. Habilidades de pensamiento que se identifican en los discursos de algunos estudiantes cuando se les pregunta sobre las capacidades y/o habilidades que lograron desarrollar a través de la formación en ciencias para explicar los fenómenos de su propio entorno, tomar decisiones en pro del bienestar individual y colectivo y actuar de la mejor manera en estos momentos de emergencia sanitaria por el Virus COVID- 19; y que están representadas en la siguiente tabla.

Tabla 12.

Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivas, analíticas y críticos

Categoría axial		Categoría inductiva		Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	en el desarrollo de	Formación en ciencias para el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivos, analíticos y críticos.	en el desarrollo de	E8P7C2R7FR1. Yo diría que algo que enseñan las ciencias naturales es tener un pensamiento crítico constantemente, no pasar entero con lo que nos dicen, sino nos enseña a pensar por nosotros mismos, y con las evidencias o hechos que hay en el entorno. E10P7C2R7FR2. Las capacidades que he podido desarrollar son de análisis y crítica. E8P5C2R5FR1. Yo diría que he actuado de una forma racional que es el pensamiento que enseñan las ciencias, más que dejarme llevar por el amarillismo de las noticias o de los rumores que corren en las redes sociales y en las calles. E8P5C2R5FR3. Esa ha sido mi forma de actuar y la forma de actuar de mi familia, una forma racional. E8P5C2R5FR4. No preocuparnos excesivamente ni de estar despreocupados sino de actuar racionalmente con los cuidados necesarios.

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>E7P4C2R4FR4. Porque el crecimiento especialmente basado en el capitalismo, esa idea de un crecimiento infinito, de la explotación de los recursos naturales, de todo, de toda la naturaleza de forma tan exagerada, al único que se me parece es a un cáncer, lo único que va hacia un crecimiento infinito será un cáncer.</p> <p>E1P6C2R6FR1. Pues realmente no, yo soy de las personas que cree que todo esto se pudo haber evitado y de cierta forma me molesta a veces porque no tengo la culpa, en cuanto la propagación del virus, el tema me da risa.</p> <p>E6P6C2R6FR1. Yo creo que no ha habido un cambio en la mentalidad de las personas, de cierta forma lo usual es pensar en uno mismo, lo usual es siempre tener en mente mi supervivencia personal y luego los demás.</p> <p>E1P6C2R6FR3. La sociedad lo ha hecho bastante mal, se pudo haber evitado una propagación mundial, en el momento que fue descubierto se hubieran tomado medidas y se hubiera sacado una vacuna, el problema es que todo el mundo empezó a volar a otros países.</p> <p>E2P6C2R6FR1. Hay mucha gente inconsciente que solo piensan en ellos, ni ellos porque no se cubren con tapabocas y eso hace que el colectivo este mal también.</p> <p>E3P6C2R6FR1. No creo que están actuando de la mejor manera, pero siempre somos egoístas y no cuidamos a los demás.</p> <p>E3P6C2R6FR2. Además, la gente no ha pensado en la gravedad de la pandemia al hacer reuniones sabiendo que pueden contagiar a otras personas e infectar a doctores.</p> <p>E3P6C2R6FR3. Somos muy inconscientes y nadie estaba preparado de hecho.</p> <p>E5P6C2R6FR2. Pueda que, si haya personas consientes, pero lastimosamente otras no. E5P6C2R6FR3. Pero también me pongo a pensar que hay personas que viven del día a día y deben salir para el sustento.</p> <p>E6P6C2R6FR2. Al principio no se tenía esa conciencia colectiva de cuidado, ya luego de 5 meses encerrados y personas que han sufrido las infecciones en Colombia, no creo que venga de una posición de cuidar a los demás sino pienso que es algo más de tengo que cuidarme.</p> <p>E7P6C2R6FR3. La sociedad no está comportando de la mejor manera.</p> <p>E7P6C2R6FR4. No hay conciencia de colectivo, no como especie humana, no como un país.</p> <p>E8P6C2R6FR1. Parte de la sociedad si lo hace, parte de la sociedad se preocupa por cuidarse a sí mismo y a los que quiere y pues eso lleva a que cuide en si a las demás personas.</p> <p>E9P6C2R6FR1. Pues no del todo, porque hay personas que, si lo hacen, que piensan en los demás y en sí mismas, en cuidarse.</p> <p>E10P6C2R6FR1. Siento que hay bastante polarización y es entendible debido a la periodicidad en que hemos estado encerrados, no justifico tampoco el hecho que se hagan fiestas obviamente serán focos de infección graves.</p> <p>E10P6C2R6FR3. Parte de la sociedad colombiana se está esforzando y otra no es como una balanza.</p> <p>E7P9C3R9FR3. La tierra por si no es para que ande cargando con las cosas tan exageradas que ha producido esta idea de crecimiento infinito que tenemos los seres humanos.</p> <p>E8P9C3R9FR5. Uno pensaría normalmente que no, que recoger un pote que está en la calle o elegir la bicicleta en lugar de irse en un taxi no ayuda en nada, porque uno dice soy una persona y están las compañías, las corporaciones y todo eso.</p> <p>E7P10C3R10FR3. Pero el hecho de prohibirlas, si es que llega a tener</p>

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>el daño que le digo o si no lo tiene pues resulta algo que no conecta, pero si lo tiene el hecho de que haya gases contenidos no se bajó la tierra que se puedan liberar y seguir contribuyendo a que la atmosfera se nos tapone y se nos empeore la cosa, prohibir no es la medida, sería más bien controlar, poner ley, poner orden en la forma en que se debe tomar acción para ese caso.</p> <p>E8P1OC3R10FR4. Prohibir la explotación de aguas subterráneas también porque el agua es un recurso de la humanidad que ayuda inmensamente y no es infinito, en algún momento se va a acabar, entonces hay que tener conciencia sobre eso. E8P1OC3R10FR5. Y proteger la fauna silvestre también porque la naturaleza tiene su equilibrio, y los animales y todo lo que hace parte de un ecosistema es importante para ese ecosistema.</p> <p>E8P1OC3R10FR6. Si una parte del ecosistema se quita o se rompe, todo el ecosistema se ve afectado, entonces yo diría que proteger la fauna silvestre es importante para ayudar a nuestro planeta.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Habilidades que expresan los estudiantes en sus discursos cuando analizan, cuestionan, reflexionan y actúan frente a estos momentos de pandemia desde las habilidades que desarrollaron en su formación en ciencias, reconociendo el pensamiento crítico y racional, y la capacidad de análisis como formas que les han permitido pensar científicamente y actuar de manera correcta, para como ellos mismos lo afirman “Pensar por nosotros mismos, y con las evidencias o hechos que hay en el entorno”, “Una forma racional que es el pensamiento que enseñan las ciencias, más que dejarme llevar por el amarillismo de las noticias o de los rumores que corren en las redes sociales y en las calles”. Asimismo, se evidencia en ellos la capacidad para analizar y explicar científicamente fenómenos naturales como el calentamiento global y las estrategias para ayudar a solucionarlos.

Estas habilidades científicas reflejan en cierto modo lo que para el Ministerio de Educación Nacional desde el año 2006 promueve, en cuanto a que la formación en ciencias debe orientarse a generar en los estudiantes una postura crítica y de conciencia ambiental conscientes de su responsabilidad con el planeta y con los demás, que permita contextualizar e integrar el conocimiento escolar a la actividad científica por parte de los estudiantes; y consecuentemente como se mencionó en párrafos anteriores tiene relación con el sentido del nuevo paradigma que propone Porlán (2018) para la formación en ciencias, una educación científica que promueva una alfabetización científica crítica en la que los estudiantes sean capaces de actuar y transformar su realidad.

La segunda categoría inductiva con mayor recurrencia en los discursos de los estudiantes es la que se analizó a partir de la fundamentación que se expone en las propuestas educativas

sobre una formación en ciencias basada en competencias, llamada- *Formación en Ciencias desde las competencias*. Esta categoría también se logró reconocer a través de las preguntas del guion de entrevista orientadas desde cada una de las competencias científicas que evalúan las pruebas saber 11° (Explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico e indagación) (ICFES, Marco de Referencia de la Prueba de Ciencias Naturales Saber11°, 2019), por ello, se les presentó a los estudiantes tres preguntas específicas desde cada competencia, en un contexto de situaciones naturales actuales como la emisión de gases y sus consecuencias en el ecosistema, el calentamiento global y las posibles estrategias que ayudarían a reducir este fenómeno.

Para la pregunta que permite evidenciar la competencia científica de *explicación de fenómenos*, se les pedía a los estudiantes que explicaran las consecuencias para el ecosistema que tiene la emisión de gases como el dióxido de carbono CO₂ generado por los vehículos, las fábricas y por el proceso mismo de la respiración de los animales, y cómo podían ayudar desde sus acciones diarias; a lo que los estudiantes respondieron como se muestra a continuación.

Tabla 13.

Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias explicación de fenómenos

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Formación en ciencias desde las competencias- Explicación de fenómenos	<p>E1P9C3R9FR1. Las consecuencias que pueden causar son nefastas, son graves, las pequeñas acciones al arrojar una botella, y siento que esas consecuencias se pueden esparcir en los hábitats de los ecosistemas, destruyéndolo, estamos acabando con la vida sin que nos demos cuenta, estamos acabando los recursos y también estamos sacrificando nuestra salud porque este es el paso para una pésima calidad de vida y bienestar social, el CO₂ el efecto invernadero.</p> <p>E2P9C3R9FR1. Consecuencias, emisión de gases, lluvia acida, efecto invernadero, pues afecta indirectamente a nosotros los seres humanos y en cuanto al ecosistema la contaminación de las aguas, animales.</p> <p>E3P9C3R9FR1. En el ecosistema las partículas y polución nos afectan, en Colombia no tenemos una atmosfera tan pesada como en otros países, pero son consecuencias muy negativas, el aumento de la temperatura, la capa de ozono su desgaste.</p> <p>E4P9C3R9FR1. La emisión de gases afecta el aire, la capa retiene los rayos ultravioletas, afectan la capa de ozono y puedo ayudar plantando, ayudando con andar en bicicleta y no en vehículo que genere gases, ir a pie ayudaría al medio ambiente.</p> <p>E5P9C3R9FR1. Si, claramente tiene consecuencias al medio ambiente y al ecosistema, el CO₂ aporta a que aumente la temperatura del planeta, hace que esté más contaminado el aire, afectando a los animales que habitan en un ecosistema, afecta nuestra respiración, también genera enfermedades para los animales como para nosotros. Se da la polución afectando el</p>

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>medio ambiente. Produce consecuencias muy negativas.</p> <p>E6P9C3R9FR1. Son muchas cosas, todo está conectado al aumentar el CO₂ en la atmósfera, aumenta el efecto invernadero, aumenta la temperatura media, aumenta la concentración de ácidos, en los mares, hay deshielo, traen consecuencias evitando el equilibrio del ecosistema.</p> <p>E7P9C3R9FR4. Consecuencias, sencillamente se rompe el equilibrio, se crea un desequilibrio y por allá arriba en lo alto el calor que se lleva junto a las ondas electromagnéticas que nos va trayendo el sol, que es la principal estrella aquí en nuestra galaxia, que nos trae ese calor se va a acumular, es bravo, el hecho de que se suba un gradito...</p> <p>E8P9C3R9FR1. En las consecuencias, yo diría que toda esta emisión de gases de carbono ha generado como que el aire que respiramos normalmente esté muy contaminado.</p> <p>E8P9C3R9FR2. Entonces estas emisiones hacen que el aire sea muy pesado y este muy contaminado. Y esto a la larga trae consecuencias para las personas que habitan en estas ciudades.</p> <p>E8P9C3R9FR3. Y que también pues que estas emisiones están relacionadas con lo del efecto invernadero que pues es algo bastante malo porque rompen con el ciclo natural de las cosas.</p> <p>E8P9C3R9FR4. Y es que si los rayos del sol entran también tienen que salir, pero estos gases impiden que salgan del todo y esto es lo que crea como ese calentamiento global.</p> <p>E9P9C3R9FR1. Consecuencias negativas, por ejemplo, la concentración de gases invernaderos como el dióxido de carbono en la atmósfera produce el aumento de las temperaturas en el planeta, también las lluvias se vuelven más fuertes, los gases como el dióxido de carbono es nocivo para las personas en grandes cantidades.</p> <p>E10P9C3R9FR1. Se ha visto mucho las emisiones del CO₂ causando efecto de invernadero, cosas que en el colegio nos enseñaban y aun lo recuerdo. Erosiona la capa de ozono obviamente va a tener repercusiones bastantes graves para la actualidad y a los hijos de mis hijos, así como a los animales.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Estas unidades de análisis en los discursos de los estudiantes evidencian que son capaces de explicar el efecto negativo de la emisión de gases en el ecosistema, coincidiendo en que el aumento de estos gases genera consecuencias muy graves como la lluvia acida, el aumento de la temperatura del planeta, el desgaste de la capa de ozono, aire más contaminado, deshielo de los polos, el efecto invernadero que produce el calentamiento global y por tanto, se crea un desequilibrio en el ecosistema que como ellos lo afirman, “rompen con el ciclo natural de las cosas”. Explicaciones que guardan relación con lo sustentado en el Marco de Referencia de las Pruebas Saber 11° (ICFES, 2019) sobre esta competencia científica que es evaluada, en la medida en que los estudiantes a través de dicha competencia demuestran la capacidad de construir explicaciones y de establecer la validez o coherencia de sus afirmaciones relacionadas con este

fenómeno o problema científico, y que además se referencian en los conocimientos aprendidos en las ciencias naturales para explicar científicamente y deducir las consecuencias que trae consigo dicha problemática.

Igualmente, para reconocer la competencia científica *uso comprensivo del conocimiento científico* en los estudiantes, se analizó desde la pregunta en la que se le presentaba a los estudiantes el contexto de considerar a la tierra como un sistema termodinámico porque recibe energía del sol e intercambia calor con el espacio a través de la atmosfera, pero en las últimas décadas se ha presentado un fenómeno llamado calentamiento global, que se debe al aumento de los gases de efecto invernadero (CO₂, Metano y vapor de agua). Para la cual debían seleccionar una de las estrategias más efectivas que creían que ayudaría a reducir ese fenómeno y por qué. Las estrategias presentadas fueron, plantar más árboles, prohibir la explotación de las aguas subterráneas y proteger la fauna silvestre. Las unidades de análisis más representativas en los discursos de los estudiantes para esta pregunta fueron las siguientes:

Tabla 14.

Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias uso comprensivo del conocimiento científico

Categoría axial		Categoría inductiva		Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	en el	Formación en ciencias desde las competencias-compresivo conocimiento científico.	en las competencias- Uso del	<p>E1P1OC3R10FR1. Como tal las que son mucho más efectivas para contrarrestar este fenómeno de calentamiento global que es plantar árboles y prohibir la explotación de aguas subterráneas.</p> <p>E1P1OC3R10FR2. Los árboles absorben dióxido de carbono y plantarlos no sirve solo a eso y nos ayuda a reducir esta propagación de CO₂ a la atmósfera, la prohibición de aguas subterráneas es muy importante...</p> <p>E6P1OC3R10FR1. Plantar árboles, todo lo que está hecho de materia orgánica tiene relación con ellos, debido a que todo ese carbono en forma de biomasa vuelve a la atmosfera.</p> <p>E7P1OC3R10FR1. La que resulta bastante evidente es la de plantar más árboles, eso lo sabemos todos, el hecho de que el CO₂, había un cierto coeficiente por el cual los diferentes gases acababan afectando unos más que otros, el vapor de agua creo que le asignaban 1, el CO₂ por allá como 11, el metano un porcentaje bastante grande.</p> <p>E7P1OC3R10FR2. En el caso del CO₂ que es el que acabarían absorbiendo los árboles se reduce considerablemente a la presencia de este compuesto químico dentro del aire, y el hecho de que lo amarre por así decirlo a la tierra, a lo que es lo vivo siempre ayudaría.</p> <p>E8P1OC3R10FR1. Bueno plantar más árboles es una estrategia muy efectiva yo creo, porque según lo que entiendo los arboles actúan como filtros ya que ellos reciben dióxido de carbono y liberan oxígeno. E8P1OC3R10FR2. Entonces son como filtros naturales que ayudan demasiado al ambiente y pues la tala de</p>

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>árboles que se ha desarrollado en los últimos años pues hace que el ambiente sea aun peor.</p> <p>E8P1OC3R10FR3. Entonces creo que sería una estrategia genial, pero si se lleva a gran escala, ósea que toda la gente se comprometa a hacerlo.</p> <p>E8P1OC3R10FR7. La más efectiva yo creo que es plantar más árboles y prohibir la tala de los mismos. E9P1OC3R10FR1. Yo creería que la primera opción, la de plantar más árboles porque pues lo que hacen los árboles, las plantas es recoger el dióxido de carbono por ejemplo y expulsar oxígeno, entonces ayudarían en reducir los niveles de dióxido de carbono en la atmosfera y además nos ofrecerían oxígeno.</p> <p>E10P1OC3R10FR1. En mi perspectiva siento que plantar árboles ayudaría a disminuir la cantidad de CO₂ que hay en el aire y el proceso de fotosíntesis nos puede brindar al ambiente, a los seres humanos oxígeno, por lo tanto, podrían disminuir estos gases.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar las unidades de análisis más representativas para esta competencia científica corresponden a solo seis (6) estudiantes de los entrevistados, quienes demuestran la capacidad para usar comprensivamente el conocimiento científico en la solución de problemas como el expuesto para el calentamiento global, en el que los estudiantes reconocieron que la estrategia más efectiva para reducir este fenómeno sería plantar más árboles, ya que estos funcionan como filtros naturales que en su proceso de fotosíntesis absorben el CO₂ de la atmosfera y en el intercambio gaseoso libera oxígeno, por lo que ayuda a reducir los niveles de concentración de este gas, además de proporcionar el oxígeno suficiente para la respiración de los seres vivos, pero también son conscientes que esta práctica de plantar árboles debe hacerse a gran escala para contrarrestar la tala indiscriminada de los mismos en los últimos años; con lo que se evidencia que la formación en ciencias naturales les ha permitido desarrollar esta capacidad de comprender y usar conceptos propios de las ciencias para explicar y dar solución a estos problemas que observan con frecuencia en su entorno, y que como lo fundamenta el Marco de Referencia de las Pruebas Saber 11° (ICFES, 2019) los estudiantes sean capaces de usar teorías de las ciencias naturales para buscar soluciones y de establecer relaciones de conceptos y conocimientos aprendidos con fenómenos que observan con frecuencia, de manera que pasen de la repetición de conceptos a su uso comprensivo.

Por otra parte, los cuatro (4) estudiantes cuyas unidades de análisis no aparecen allí en el cuadro, se analizaran más adelante, ya que en sus discursos se refleja que no están seguros de que la idea de plantar más árboles sea la más efectiva pero tampoco dan argumentos válidos para

justificar sus respuestas, como por ejemplo algunos de ellos consideran: “Considero que las 3 sin embargo, no sabría bien lo de prohibir la explotación de aguas subterráneas, es importante tener en cuenta la deforestación, considero que plantar árboles” (E2P1OC3R10FR1), “Plantar más árboles. Porque los árboles son los que ayudan en este proceso del aire, el proceso del oxígeno. Bueno más o menos por ahí... Los arboles ayudan (E3P1OC3R10FR1).

Respuestas que si se contrastan con el análisis de la primera competencia científica, se encuentra que los estudiantes son capaces de explicar este fenómeno de calentamiento global, pero que encuentran dificultades al momento de usar comprensivamente los conocimientos de las ciencias naturales para dar solución a esta problemática que aqueja actualmente el planeta, lo que pone en cuestión el análisis hecho en párrafos anteriores en el que en sus discursos afirmaban que la ciencia ha tenido un significado en sus vidas porque les permitía comprender fenómenos naturales, explicarlos científicamente y mas aun, tomar decisiones para solucionar problemas de su entorno; aunque cuando se les enfrenta a problemáticas naturales de su propio contexto no responden con suficientes argumentos para dar posibles soluciones a estas; y entonces también se cuestiona lo que tiene relación en los referentes nacionales para forma ciudadanos científicamente alfabetizados, con los aportes de Hernández (2005), sobre que las competencias científicas pueden desarrollarse en todos los ciudadanos para que establezcan una relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, que les permita desenvolverse en su día a día y tomar decisiones tanto individuales como colectivas.

De la misma manera, se analiza la competencia científica de *indagación* en los discursos de los estudiantes, ahora teniendo en cuenta las dos situaciones anteriores sobre el calentamiento global, se les pide que identifiquen la pregunta - ¿La presencia de gases en la atmosfera afecta el ecosistema?, ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema? o ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global?- que podría orientar una investigación para obtener más información sobre el calentamiento global y por qué; a lo que los estudiantes respondieron como se muestra en la tabla.

Tabla 15.

Síntesis de la categoría inductiva - formación en ciencias desde las competencias indagación

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Formación en ciencias desde las competencias-Indagación.	<p>E7P11C3R11FR1. Pues sabiendo que ya conocemos los males que trae el calentamiento global, la primera pregunta, la presencia de gases en la atmosfera afecta el ecosistema, creo que no, no tiene nada, no es necesario plantearnos esa pregunta porque ya sabemos que eso es lo que efectivamente acaba fregando.</p> <p>E7P11C3R11FR2. ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema?, ya conocemos la forma en que actúan y es un mecanismo que en palabras simplecitas ya lo decíamos atrás que se comprende, ya no es necesario plantearnos eso.</p> <p>E7P11C3R11FR3. ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global?, que tipo de gases lo genera si es algo a evaluar, porque como le decía antes los diferentes compuestos gaseosos, tienen una forma en que, eso depende de la forma en que pueden reflejar, alejarla, lo que es el calor, o conservarlo, de mantenerlo dentro de su estructura molecular y por tanto aumentar a que todo el conjunto se empeore.</p> <p>E8P11C3R11FR1. Yo diría que la segunda porque la respuesta en si nos puede ayudar a entender muchas cosas que podemos desarrollar más adelante para solucionar el problema, si sabemos cómo actúan estos gases podemos generar estrategias para contrarrestar este efecto.</p> <p>E8P11C3R11FR2. Entonces yo diría que la segunda es la que yo elegiría para llevar a cabo una investigación.</p> <p>E9P11C3R11FR1. Yo diría que la segunda, cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema porque en ese título incluiría si de verdad afecta e incluiría las otras dos preguntas, si de verdad afecta el ecosistema y qué tipo de gases lo afectarían y pues aparte se investigaría un poco más allá, cómo es ese proceso y cómo actúan.</p> <p>E10P11C3R11FR1. Desde mi perspectiva ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema? Me permite mirar de qué manera afectan y el impacto que pueden producir, generar una conciencia crítica y reflexiva a aquellas personas que puedan ser parte de la investigación buscando una solución pronta entre todos</p>

Fuente: Elaboración propia.

Desde estas unidades de análisis que representan a los seis (6) estudiantes que contestaron correctamente la pregunta, la segunda opción - ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema?- se puede reconocer que algunos de ellos sí justifican cada una de las opciones en el contexto de la pregunta sobre la problemática para descartar opciones, “Pues sabiendo que ya conocemos los males que trae el calentamiento global, la primera pregunta, la presencia de gases en la atmosfera afecta el ecosistema, creo que no, no tiene nada, no es necesario plantearnos esa pregunta porque ya sabemos que eso es lo que efectivamente acaba fregando”

(E7P11C3R11FR1); otros sustentan la opción correcta, “Desde mi perspectiva, ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema?, me permite mirar de qué manera afectan y el impacto que pueden producir, generar una conciencia crítica y reflexiva a aquellas personas que puedan ser parte de la investigación buscando una solución pronta entre todos” (E10P11C3R11FR1).

Mientras que otros no consiguen relacionar la pregunta de la investigación con el contexto de la problemática planteada, “Para mi sería la b, ay no se... Porque estamos hablando del calentamiento global, porque queremos tener información y el efecto invernadero es importante también, me suena más esta” (E3P11C3R11FR1); y cuatro (4) de los estudiantes dan razón de las otras opciones que muy poco orientaría una investigación para tener más información sobre esta problemática, “¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global? Porque es más específica, tocaría investigar más sobre los tipos de gases que están afectando el calentamiento” (E5P11C3R11FR1).

De manera que son muy pocos los estudiantes que explican el porqué de la elección de esa pregunta para orientar una nueva investigación sobre el calentamiento global, ya que es en esta competencia que se encuentra mayor divergencia en sus discursos, porque la opción correcta era la segunda- ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema?, dado que la en la primera opción se generaría conocimiento que otras investigaciones ya han hecho, sobre que efectivamente ya se sabe que estos gases en la atmosfera afectan negativamente el ecosistema, y la tercera opción solo permitiría conocer qué tipo de gases produce esta problemática, mientras que preguntar por el cómo afectan estos gases llevaría a conocer la manera en cómo actúan en la atmosfera y a su vez se poder generar estrategias para contrarrestar esta acción negativa.

Diferencias en sus discursos que permite evidenciar las dificultades que encuentran los estudiantes al momento de plantear preguntas o procedimientos adecuados para interpretar información y dar respuesta a esas preguntas o para proponer otras nuevas que construyan conocimiento científico y soluciones a situaciones problemáticas. Y cuyos discursos no encuentran relación con lo expuesto en las propuestas educativas nacionales sobre formación en ciencias por competencias, analizadas desde la categoría inductiva anterior sobre el fomento de pensamientos de indagación flexibles, reflexivos, analíticos y críticos que les ha permitido desarrollar las ciencias naturales, ya que cuando se les enfrenta a otro contexto distinto como la problemática actual de calentamiento global se reduce esta capacidad para analizar y plantear

nuevas preguntas de investigación. Y, por tanto, se aleja de la alfabetización científica crítica de Porlán (2018) que les permite a los estudiantes actuar y transformar su realidad.

Ahora bien, se continuará analizando la tercera categoría inductiva con mayor frecuencia en los discursos de los estudiantes- *Competencias científicas para la explicación de procesos naturales y el actuar armónico con el entorno*, ya que si los estudiantes encontraron dificultades para explicar y comprender fenómenos naturales, y plantear preguntas para nuevas investigaciones, no fue así para reconocer que las ciencias naturales les han brindado las herramientas necesarias para convivir armónicamente con el entorno y a través de sus acciones ayudar en el desarrollo de la sociedad, pues este ha sido el mayor significado que ha tenido la ciencia para sus vidas como ciudadanos responsables con el ambiente, en beneficio del bienestar individual y colectivo. Este significado se observa en los siguientes fragmentos de discursos.

Tabla 16.

Síntesis de la categoría inductiva - competencias científicas para la explicación de procesos naturales y el actuar armónico con el entorno

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Competencias científicas para la explicación de procesos naturales y el actuar armónico con el entorno.	<p>E5P1C1R1FR3. Campañas o pequeñas ayudas al planeta por medio del reciclaje en la casa y también recoger la basura de afuera de nuestra casa...</p> <p>E8P1C1R1FR6. Yo digo que la ciencia es lo que hace que avancemos como humanidad más que todo.</p> <p>E5P3C1R3FR1. Para mi tienen mucho valor porque me impulsaron a escoger la carrera, como puedo cuidar el medio ambiente y aportar al mundo, también me han aportado como yo puedo hacer para ayudar al medio ambiente, me gustaría aportar en un futuro, ser una ayuda al medio ambiente, animales, ecosistemas, poblaciones de cualquier organismo.</p> <p>E8P3C1R3FR3. Porque sé que mediante la ciencia y muchas otras cosas, si me esfuerzo puedo llegar a mejorar algún proceso que ayude a las personas en el futuro.</p> <p>E10P3C1R3FR3. Me ayudó mucho a la organización y utilizar otro tipo de mecanismos para poder aprender y retener la información haciéndolo más práctico.</p> <p>E2P4C2R4FR2. #sin pitillo por fa, recojo tapas a nivel individual y colectivo, trato de ser mejor persona y la educación en ecología me ayuda a ser mejor ciudadano.</p> <p>E4P4C2R4FR1. El tema de medio ambiente me gusta sobre el desarrollo sostenible, es lo que se me han quedado de ciencias naturales.</p> <p>E4P4C2R4FR2. En base a lo que me enseñaron sé que puedo ayudar a futuras generaciones, también hay cosas que hago como recoger la basura y contribuir en que el medio ambiente no deteriore, el medio ambiente es mas de manera colectivo.</p> <p>E5P4C2R4FR1. Si me ha contribuido a mi vida como ciudadana, como mis pequeños servicios como reciclaje, no gastar tanta agua, menos gas.</p>

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		E5P4C2R4FR3. Esas actividades son muy importantes y no solo por un día sino que nos ayuda a concientizar al medio ambiente y cuidado.
		E5P4C2R4FR4. Me siento mal cuando hay personas que tiran papel a la calle, a veces pienso, pero por qué, por qué no tienen conciencia que están acabando el planeta.
		E7P4C2R4FR1. En esto no se me ocurre que haya una aplicación más importante que lo que es el cuidado del medio ambiente, es directo, el hecho de que, pues se nos forme en el colegio, dándonos la idea de lo que es el ecosistema, lo que es la química de las aguas...
		E8P4C2R4FR1. Yo creo que el recibir una formación en ciencias crea en uno en sí un ciudadano más culto.
		E9P4C2R4FR1. Desde la parte como ciudadano, por ejemplo, desde el cuidado del medio ambiente. Yo ahora vivo con mi hermano, entonces ahora tomo medidas de reciclaje, de reutilización.
		E10P4C2R4FR3. Trato de generar conciencia en las demás personas.
		E5P7C2R7FR2. Esa formación me ayudó a concientizarme, a crear una cultura de preservar lo que es el medio ambiente, la naturaleza.
		E5P7C2R7FR3. Y para resolver los fenómenos, siempre están las ciencias naturales, me ha aportado bastante en lo que estoy estudiando, una formación muy buena.
		E5P7C2R7FR4. Me ayudó a esa concientización de cultura de amar y cuidar nuestro entorno.
		E5P7C2R7FR5. Las habilidades de ciencias el pensar científicamente.
		E8P7C2R7FR2. Entonces yo digo que el pensamiento crítico ayuda muchísimo y el pensamiento racional.
		E8P7C2R7FR3. No racional del todo, pero sí racional para resolver problemas.
		E9P7C2R7FR1. Yo creo que tomé como las bases, unas bases fuertes para resolver y también para investigar.

Fuente: Elaboración propia.

Como se analizó en páginas anteriores, los estudiantes reconocen que las habilidades que desarrollaron a lo largo de su formación en ciencias para explicar los fenómenos naturales de su propio entorno, fueron el pensar científicamente, un pensamiento crítico y racional, y la capacidad para seguir investigando y resolver problemas del contexto; pero más allá es evidente en sus discursos, que desarrollaron la capacidad de pensar como ciudadanos y ciudadanas responsables, como parte de una sociedad y un ecosistema, en el que les ha motivado a tener una cultura de amar, cuidar y preservar el medio ambiente, a través de actividades de reciclaje en casa, campañas en redes sociales #sin pitillo por fa, aportar desde casa a un desarrollo sostenible (no gastar tanta agua, menos gas), cuestionarse de por qué los seres humanos no tomamos conciencia que estamos acabando el planeta o tratar de promover en los demás esa cultura de

cuidado por el entorno. Habilidades que ellos mismos reconocen les ha favorecido las ciencias naturales, ya que la ciencia “Es lo que hace que avancemos como humanidad más que todo” (E8P1C1R1FR6), “Yo creo que el recibir una formación en ciencias crea en uno en si un ciudadano más culto” (E8P4C2R4FR1), a ser mejor persona y ciudadano y a aportar al mundo para mejorar la calidad de vida de todos y de futuras generaciones.

Entonces, estos discursos son coherentes con las propuestas educativas nacionales en cuanto al por qué y para qué de la formación en ciencias naturales basado en el desarrollo de competencias científicas, ya que su sentido como lo afirman los estándares básicos, es permitirles a los estudiantes una relación armónica con los demás y una conciencia ambiental que les inste a ser parte activa y responsable de la conservación de la vida en el planeta (FC1FCN9EB2FR2); cumpliendo así con una de las grandes metas de la Formación en Ciencias en la Educación Básica y Media propuestas en los Estándares Básicos, que es la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad que se reconozcan como parte de un todo y su complejidad como seres humanos, así como su responsabilidad en sus actuaciones, asumiendo posturas críticas y reflexivas para buscar soluciones a situaciones problemáticas y ser capaces de desarrollar su ejercicio como ciudadanos (Ministerio de Educación Nacional, 2006); y por tanto se reafirma la relación con los aportes de Hernández (2005), que una formación básica en ciencias en los estudiantes debe permitirles desarrollar las competencias necesarias para comprender su entorno y participar en las decisiones sociales, desde un modo de relación con las ciencias y con el mundo a través de las ciencias, un ciudadano participativo, autónomo, reflexivo, crítico, solidario y capaz de comprender y transformar su realidad.

De este modo, una de las preguntas del guion llevó a los estudiantes a analizar el contexto actual de Pandemia, para desde allí reconocer las competencias científicas que les han permitido actuar de la mejor manera para beneficio propio, de su familia y de la sociedad en general, y también desde otra pregunta permitir reconocer las habilidades para actuar y tomar decisiones que aporten al planeta, contrastando de esta manera la categoría inductiva- *Las competencias científicas como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia*, que de alguna manera, y para la cual se encontraron las siguientes unidades de análisis más representativas en los discursos de los estudiantes.

Tabla 17.

Síntesis de la categoría inductiva - las competencias científicas como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Las competencias científicas como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia.	<p>E10P3C1R3FR5. Sino que podrás adentrarte a otro mundo, tener valores éticos y actuar de manera correcta.</p> <p>E2P7C2R7FR1. He desarrollado la capacidad para entender las cosas que pasan en ciencias naturales, entender que soy, qué como, que tomo, es lo que uno ve en el colegio.</p> <p>E1P5C2R5FR2. Por ese lado me ha permitido tener conocimiento del virus COVID19, puesto que sé cuáles son sus puntos débiles, siempre salgo con medidas de protección, siempre uso antisépticos.</p> <p>E2P5C2R5FR1. He actuado de forma consciente en cuanto a salud y a ecología y conciencia económica, en ecología tratando de no consumir de más, económica manteniéndome en lo necesario. Lo evaluó de una forma muy consciente.</p> <p>E3P5C2R5FR1. Creo que he actuado bien, como lo aprendí en el colegio, los virus se transmiten en todas partes, tener cuidado con eso, procuro llegar bañarme, desinfectar, limpiando todo con alcohol y procuro tener cuidado para cuidarme a mí y a mi familia.</p> <p>E4P5C2R5FR1. Yo he hecho seguir los protocolos, en mi caso no he salido de mi casa desde que comenzó todo esto de la pandemia y por ejemplo siempre en mi casa han sido muy cuidadosos con eso porque llegan de trabajar.</p> <p>E4P5C2R5FR2. He actuado de buena manera.</p> <p>E5P5C2R5FR1. Desde la casa puedo cuidarme y cuidar a mi familia y por medio de las redes sociales creo que han ayudado de cierta manera.</p> <p>E5P5C2R5FR2. Uno se debe cuidar en la casa y promover el uso de tapabocas, guantes.</p> <p>E6P5C2R5FR1. He actuado de manera correcta, no he salido de casa, lo más importante en mi familia que he aportado ha sido explicar el cómo se propaga el virus, que cosas sirven, que no...</p> <p>E7P5C2R5FR2. Ha sido sencillamente mantener y respetar el aislamiento preventivo o el uso del tapabocas, el no ponerse a andar acercándose demasiado a los grupos de las personas, porque claramente aumenta las posibilidades de un contagio.</p> <p>E7P5C2R5FR4. Es una cosa, es una situación en la que uno es muy simple, no tiene más que hacer, la verdad es como un simio asustado encerrado en la casa. Pero desde eso respeto.</p> <p>E8P5C2R5FR2. Me ha llevado a tomar esta pandemia de una forma racional, de preocuparme por mi cuidado personal y el cuidado de mi familia, de siempre seguir los protocolos de bioseguridad que nos presentan las personas que son expertas en medicina.</p> <p>E10P5C2R5FR1. Siento que en algunas ocasiones he actuado impulsivamente al proteger a mi familia, siendo más específica en las cosas que compras, el lavar todo.</p> <p>E5P9C3R9FR2. Puedo ayudar con mis acciones diarias, al no usar automóvil, puedo usar bicicleta, hacer ejercicio, no usar mucho transporte público, es bueno para mi conciencia o me ayuda a mí.</p>

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>E6P9C3R9FR2. Puedo aportar a disminuir el consumo de energía eléctrica, la gran parte de CO₂ generada es para generar energía, disminuir el consumo de carne, se puede ayudar.</p> <p>E7P9C3R9FR7. El hecho de tener conciencia, viéndolo desde lo que yo podría contaminar, yo podría dañar, teniendo conciencia no sé.</p> <p>E7P9C3R9FR9. Desde esas medidas que puedo tomar a la hora de hacer parte de la sociedad del consumo y de adquirir bienes, puedo tener conciencia, conciencia de utilizar el dinero de forma que no nos tire el mundo tan rápido, no tan rápido porque es lo único que puedo hacer, palear que no se acabe ¡por ahora!</p>

Fuente: Elaboración propia.

En los primeros discursos los estudiantes nuevamente expresan las habilidades que la formación en ciencias naturales les ha permitido, “He desarrollado la capacidad para entender las cosas que pasan en ciencias naturales, entender que soy, qué como, que tomo, es lo que uno ve en el colegio” (E2P7C2R7FR1), “Sino que podrás adentrarte a otro mundo, tener valores éticos y actuar de manera correcta” (E10P3C1R3FR5); una forma de interpretar y actuar conscientemente desde la ciencia en esta nueva situación de Pandemia, ya que como ellos mismos reconocen, las ciencias les ha dado la orientación necesaria para tener conocimiento sobre cómo actúan los virus y la manera más adecuada para responder a esta emergencia, siguiendo las medidas de bioseguridad en casa y fuera de ella, salir de casa solo cuando sea necesario, respetar el distanciamiento social, tratar de explicar a su familia y demás personas por qué es importante cuidarse; igualmente les ha permitido desarrollar la capacidad de evaluar su propio actuar frente a este virus, “Lo evaluó de una forma muy consciente” (E2P5C2R5FR1), “He actuado de buena manera” (E4P5C2R5FR2), “ He actuado de manera correcta” (E6P5C2R5FR1).

Finalmente, también se puede notar que los estudiantes son capaces de plantear acciones que ayudarían a problemáticas actuales como el calentamiento global, una forma de pensar y actuar desde la ciencia que se refleja cuando afirman: “Puedo ayudar con mis acciones diarias, al no usar automóvil, puedo usar bicicleta, hacer ejercicio, no usar mucho transporte público, es bueno para mi conciencia o me ayuda a mí” (E5P9C3R9FR2), “El hecho de tener conciencia, viéndolo desde lo que yo podría contaminar, yo podría dañar, teniendo conciencia no sé” (E7P9C3R9FR7), “Desde esas medidas que puedo tomar a la hora de hacer parte de la sociedad del consumo y de adquirir bienes, puedo tener conciencia, conciencia de utilizar el dinero de forma que no nos tire el mundo tan rápido, no tan rápido porque es lo único que puedo hacer, palear que no se acabe ¡por ahora!” (E7P9C3R9FR9).

Estas competencias de los estudiantes para actuar y tomar decisiones en un contexto determinado desde la ciencia como ciudadanos reflexivos y responsables, conscientes de su compromiso tanto con ellos mismos como con los demás, es afín con los sustentos del Marco de evaluación y de análisis de PISA, en el que estas habilidades permiten en los estudiantes la comprensión de la forma en que el conocimiento de la ciencia cambia la forma en que se puede interactuar con el mundo y la forma en que se puede emplear para lograr las metas; además encuentra sustento desde los aportes de Hernández (2005), en el la competencia científica se considera como el conjunto de saberes y capacidades que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones que necesita producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos, enriqueciendo la formación ciudadana, ya que tiene un impacto en la vida y en la producción.

De la misma forma, los estudiantes demuestran que estas habilidades desarrolladas en la formación en ciencias les han favorecido una *construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo*, una categoría inductiva que presentó el mayor número de recurrencias en el análisis de los referentes teóricos nacionales y que tiene estrecha relación a lo largo de los discursos de los estudiantes, cuando refieren sobre las habilidades desarrolladas como ciudadanos capaces de pensar críticamente y actuar armónico para el beneficio tanto individual como colectivo, como se muestran en la tabla que continua.

Tabla 18.

Síntesis de la categoría inductiva - las competencias científicas para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Las competencias científicas para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo.	E5P4C2R4FR2. Si me ha motivado a tomar acciones en beneficio individual me siento muy bien aportando, o colectivo a formar paginas o campañas, que ayudan al medio ambiente. E6P4C2R4FR2. Uno normalmente tiende a ser egoísta tomando decisiones que sólo benefician de manera individual y no colectiva. Por ejemplo, el fracking si soy diputado sí pienso en el bienestar individual, hacer más dinero, pero no en el colectivo teniendo en cuenta lo que afectará tanto para el ser humano como para los animales. E7P4C2R4FR2. El mismo ser humano se interconecta y tiene su adecuado orden que se debe respetar en cuanto a sus propiedades, sus necesidades, lo lleva a uno a pensar que como ciudadano en beneficio del bienestar individual y colectivo. E8P4C2R4FR4. Colectivo porque yo sé que, ósea mi meta en la vida cuando termine mi carrera y comience a estudiar más que un empleo o crear una empresa es ayudar a las personas, eso es lo que quiero, ayudar a las personas por medio de la empresa que cree o por medio de lo que esté haciendo, pero siempre ayudar, eso es

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>como la meta principal.</p> <p>E9P4C2R4FR2. Creo que ha servido a entender eso y pues aportarle un granito de arena a la sociedad con esas obras.</p> <p>E10P4C2R4FR4. Me parece fundamental realizar ese bienestar colectivo, es la suma del bienestar individual, si hacemos que cada uno aporte lo podemos lograr, estamos en casa utilizar cosas que se puedan lavar, no usar plástico. Estamos en esas. También el no uso de los pitillos.</p> <p>E7P5C2R5FR5. Sé que si dentro de todo, del colectivo, los seres humanos tomásemos la misma acción, permitiríamos de que esta cosa se mantenga abajo por el momento.</p> <p>E6P6C2R6FR3. Pero el cambio está en estar más informadas las personas y teniendo más información pueden tomar mejores decisiones siempre van en pro de algo colectivo.</p> <p>E10P6C2R6FR2. Siento que cada uno tiene una responsabilidad, como decía antes el bienestar colectivo mejorara el bienestar individual.</p> <p>E6P9C3R9FR3. Es tarea de todos los que pueden hacer cambios son los que tienen el poder sobre grandes fábricas que generan gran cantidad de CO₂.</p> <p>E10P9C3R9FR4. Es importante que lo individual lleva a lo colectivo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Es así, como esta concepción del proceso de formación en ciencias naturales desde una formación de competencias científicas en los estudiantes para la construcción de ciudadanía desde el compromiso personal y colectivo, es notorio en los discursos de los estudiantes, cuando sostienen: “Me parece fundamental realizar ese bienestar colectivo, es la suma del bienestar individual, si hacemos que cada uno aporte lo podemos lograr, estamos en casa utilizar cosas que se puedan lavar, no usar plástico. Estamos en esas. También el no uso de los pitillos” (E10P4C2R4FR4), “Pero el cambio está en estar más informadas las personas y teniendo más información pueden tomar mejores decisiones siempre van en pro de algo colectivo” (E6P6C2R6FR3), “Colectivo porque yo sé que, ósea mi meta en la vida cuando termine mi carrera y comience a estudiar más que un empleo o crear una empresa es ayudar a las personas, eso es lo que quiero, ayudar a las personas por medio de la empresa que cree o por medio de lo que esté haciendo, pero siempre ayudar, eso es como la meta principal” (E8P4C2R4FR4).

Discursos que reconocen que como ciudadanos el bienestar colectivo se logra con la unión del bienestar individual y que el conocimiento es el que permitirá a los ciudadanos tomar decisiones adecuadas y responsables, y más aún tienen la convicción de que en un futuro como profesionales, usaran la ciencia para que a través de sus labores puedan ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas y de la sociedad en general.

Posturas críticas que se han fortalecido desde su formación en ciencias, ya que como lo plantean los Estándares Básicos de Competencias (Ministerio de Educación Nacional, 2006), una educación en ciencias que permita formar ciudadanos capaces de desempeñarse en la sociedad como personas activas y productivas, preocupados por construir una sociedad cada vez más justa que permita la realización personal de todos los individuos que la componen; así como también lo sostienen los Derechos Básicos de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2016) se les oriente a los estudiantes a seguir un camino académico para que continúen en sus carreras profesionales relacionadas con las ciencias naturales y puedan aportar en la constitución de un capital humano y científico que requiere la sociedad; o formar ciudadanos que desde su actuación cotidiana puedan aplicar lo que aprendieron en la escuela para tomar decisiones desde su conocimiento científico y poder resolver los problemas de su entorno, así como aportar en el mejoramiento de condiciones de vida individual y colectiva (FC1CCV10DB4FR2).

Por lo cual se reafirma la relación expuesta en el capítulo anterior con los aportes de Hernández (2005), ya que las competencias científicas pueden desarrollarse en todo ciudadano para que pueda responder en su propia cotidianidad con un nivel de conocimiento más avanzado, y poder desenvolverse en su día a día y tomar decisiones tanto individuales como colectivas, es decir, concebir las ciencias como sistemas de conocimientos útiles para la vida, como mapas para la acción, y como escuelas de racionalidad.

Y por último, esta categoría axial de formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas también se constituye a partir de *aprendizajes significativos*, una categoría inductiva que al igual que en el análisis documental no se encontró mayor frecuencia de esta, pero que en algunos discursos pudo identificarse cómo esos aprendizajes tienen un significado para sus vidas, cuando son capaces de pensar críticamente y explicar posibles acciones que desde su diario vivir pueden aportar a la disminución de una problemática actual como el calentamiento global. Acciones que se muestran a continuación desde las unidades de análisis más representativas.

Tabla 19.***Síntesis de la categoría inductiva - desarrollo de las competencias científicas desde aprendizajes significativos***

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.	Desarrollo de las competencias científicas desde aprendizajes significativos.	<p>E1P9C3R9FR2. Claro que puedo ayudar con mis acciones y hay personas que están en el poder que quieren más, si nos damos cuenta de cómo se explotan los recursos, si estas personas no piensan en un bienestar colectivo sino individual, se puede por protestas, a veces funciona.</p> <p>E1P9C3R9FR3. Hay otros problemas como el plástico que podemos evitar con acciones bastantes simples, tener la botella en la mano luego de beber y depositarla en la caneca.</p> <p>E6P9C3R9FR4. Disminuyendo mi huella de carbono, participando con personas activas que les interese el tema, necesitamos que sea algo común en todos los seres humanos, ser activo políticamente y apoyar a candidatos que promuevan la disminución de gases.</p> <p>E7P9C3R9FR8. En la quema de las basuras, no me atrevo a hacer una ridiculez de esas, sé que acabo haciéndole daño al mundo con una tontería de esas. El hecho de que hay algunos combustibles para los vehículos que resultan claramente mucho más favorables.</p> <p>E8P9C3R9FR6. Pero yo creo que, si todos tomamos un pensamiento, de que si todos poniendo un granito de arena, ponemos a la suma poder hacer grandes cosas. E8P9C3R9FR7. Yo creo que si podríamos ayudar. Sería más que todo desarrollar este pensamiento en la sociedad, de que las pequeñas cosas si pueden cambiar mucho este ambiente negativo que tenemos con los gases de dióxido de carbono.</p> <p>E9P9C3R9FR2. Entonces empezar a consumir de pronto menos carnes rojas, también el uso de vehículos que no contaminen como por ejemplo la bicicleta o ir a pie, o vehículos eléctricos, el transporte público.</p> <p>E10P9C3R9FR3. Podemos concientizar a las personas que están haciendo actividades industriales afectando el ecosistema, entonces podemos ayudar sembrando árboles.</p>

Fuente: Elaboración propia.

En estos discursos de los estudiantes es claro como razonan y piensan críticamente en torno a esta problemática actual, de cómo los seres humanos explotan indiscriminadamente los recursos naturales, el hecho de que en la sociedad prima un pensamiento individual mas que colectivo, el sentir propio por ser personas activas políticamente para ayudar a gran escala en la toma de decisiones, el promover de que si todos los seres humanos suman sus acciones desde casa se puede lograr mitigar esta problemática mundial; asimismo, son capaces de proponer algunas acciones desde su diario vivir para contribuir a solucionar este fenómeno. Lo que demuestra en ellos aprendizajes significativos que como lo expresan los Estándares Básicos (Ministerio de Educación Nacional, 2006), permiten desarrollar la competencia como un saber

hacer flexible que puede actualizarse en distintos contextos, es decir, usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que los aprendieron.

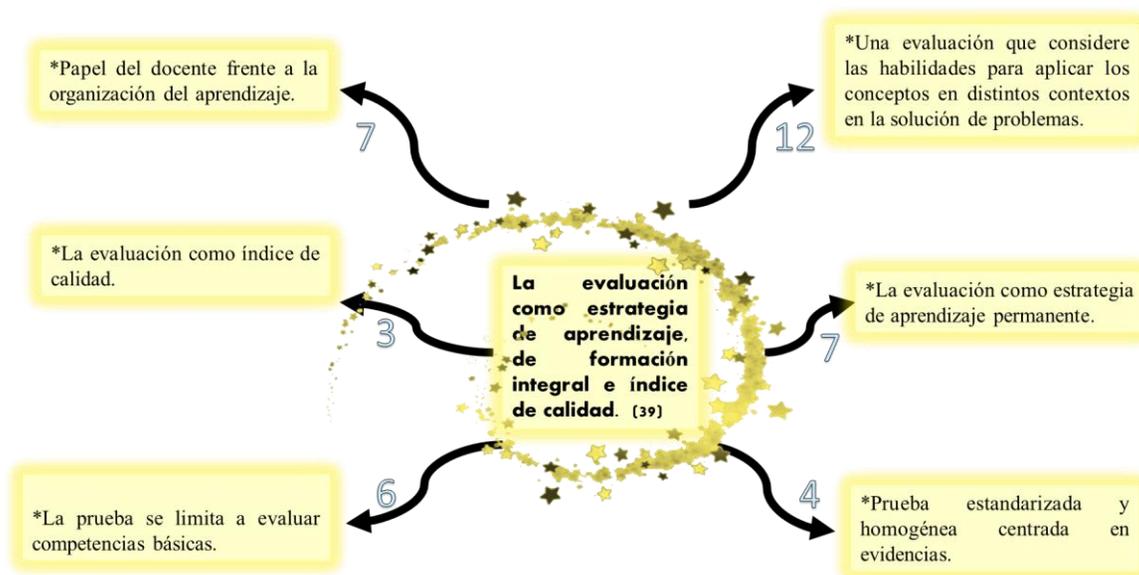
Estas últimas cuatro categorías inductivas analizadas demuestran que los estudiantes han desarrollado cierto grado de competencias científicas durante su proceso de formación en ciencias para actuar armónicamente con el entorno, para responder adecuadamente a situaciones determinadas desde la ciencia como en estos momentos de Pandemia, a participar como ciudadanos responsables de sus actuaciones y sobre todo a practicar en su día a día acciones en pro del beneficio individual y colectivo, así como del medio ambiente y de todos los seres que habitamos en el planeta; pero cuando se contrasta con las tres competencias científicas que evalúan las pruebas saber 11°, no es evidente el desarrollo gradual de estas, ya que como se discutió en párrafos anteriores los estudiantes tienen la capacidad para explicar fenómenos atendiendo a algunas teorías propias de las ciencias naturales, aunque encuentran dificultades para usar comprensivamente el conocimiento científico en el planteamiento de posibles soluciones a problemáticas y en la formulación de preguntas que orienten futuras investigaciones para la comprensión e interpretación de nuevos fenómenos y la búsqueda de alternativas de solución a problemáticas del contexto.

Situación que se aleja de la visión constructivista promulgada en los referentes teóricos nacionales y que orientan los procesos de formación en ciencias, porque si bien se refleja en los estudiantes el desarrollo de algunas habilidades científicas, no encuentran el mismo sentido en las tres competencias científicas evaluadas, por lo que pareciera que en dichos procesos de formación se desconozca lo que Porlán (2018) plantea sobre que lo más importante, es permitir enseñar una ciencia contextualizada que inicie con el abordaje de situaciones problema y preguntas que interesen a todos los estudiantes, porque es de esta manera que se promueve la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad capaz de resolver sus propios problemas, aquellos que interesen a todos; dado que es en la competencia de indagación donde los estudiantes hallaron mayores dificultades para plantear preguntas y por ende iniciar en el desarrollo de futuras investigaciones; y es entonces pertinente analizar ahora, lo que para Hernández (2005) es importante reflexionar, si la evaluación de la educación media a través de estas tres competencias permite reconocer el desarrollo gradual de las mismas en los estudiantes y el verdadero sentido y significado de esta evaluación en la calidad de los procesos de formación en ciencias.

4.2.3 La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad - Discursos de los estudiantes. Esta última categoría axial, estuvo orientada desde la categoría teórica de “Evaluación en Ciencias”, las categorías inductivas producto de la síntesis del análisis documental y las preguntas del guion de entrevista a los estudiantes, en especial cuando se les preguntaba si el puntaje en el resultado de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales tenía relación con las habilidades desarrolladas durante su proceso de formación y por qué. A partir de allí, se identifica que una de las categorías inductivas con mayor recurrencia es - *Una evaluación que considere las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas-*, categoría también reconocida mayormente en las propuestas educativas nacionales, en las que el Marco de Referencia de las Pruebas Saber 11° (ICFES, 2019) resalta que esta prueba no evalúa exclusivamente el dominio de los conceptos, sino las relaciones que se establecen entre los diferentes conceptos, teniendo en cuenta las habilidades para aplicar los conceptos en diferentes contextos y vivir productivamente en la sociedad, reconociendo los compromisos personales y sociales que se asumen.

Gráfico 13.

Síntesis del análisis de discursos- categoría la evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad



Fuente: Elaboración propia.

Fundamentación que se analiza desde los discursos de los estudiantes cuando todos ellos coinciden en que efectivamente los resultados de la prueba sí tienen relación con las habilidades desarrolladas como se evidencia a continuación.

Tabla 20.

Síntesis de la categoría inductiva - una evaluación que considere las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	Una evaluación que considere las habilidades para aplicar los conceptos en distintos contextos en la solución de problemas.	E1P8C3R8FR1. Si lo tiene, no un 100 por ciento. E2P8C3R8FR1. Sí, porque yo creo que yo tuve un proceso muy consiente en el colegio. E2P8C3R8FR3. Considero me ha servido en la cotidianidad. E3P8C3R8FR1. Toda la relación. E4P8C3R8FR1. Pues sí, porque después de todo en bases a esas habilidades o conocimientos fue como obtuve el puntaje. E5P8C3R8FR1. Sí, yo sentí cuando vi mi puntaje que hubiera sacado más. E6P8C3R8FR1. Si se relaciona. E7P8C3R8FR1. Creo que sí totalmente. E8P8C3R8FR1. Si, tiene relación. E8P8C3R8FR3. Entonces yo diría que si tiene una relación. E9P8C3R8FR1. Si profe, si tiene relación. E10P8C3R8FR1. Si, fue mi segundo puntaje más alto ciencias naturales.

Fuente: Elaboración propia.

Discursos de los estudiantes con mejores puntajes tanto globales como en la prueba de ciencias naturales (Ver Tabla 8 Instrumento Matriz de análisis de resultados de la Prueba Saber 11° de Ciencias Naturales 2019 de los informantes claves), en los que puede observarse la relación que reconocen entre sus habilidades científicas y el puntaje obtenido en ciencias, ya que como ellos mismos lo expresan, es el resultado de un proceso muy consiente en el colegio y de los conocimientos construidos, y algunos consideran que dichos resultados evidencian lo que han aportado esas habilidades a su diario vivir; aunque al contrastar estos discursos con las habilidades reconocidas en las preguntas planteadas desde cada competencia científica evaluada por la prueba, se encuentra que no hay una relación estrecha con las características del nivel de desempeño 4, que es el nivel correspondiente a estos puntajes de la prueba (Puntaje de 71 a 100), dado que según el Marco de Referencia de las Pruebas Saber 11° (ICFES, 2019) los estudiantes que se encuentran en este nivel demuestran la capacidad de plantear preguntas de investigación desde las ciencias naturales a partir de un contexto determinado, establecen conclusiones derivadas de una investigación, contrastan modelos de las ciencias naturales con fenómenos cotidianos, resuelven situaciones problema haciendo uso de conceptos, leyes y teorías de las

ciencias naturales, comunican resultados de procesos de investigación científica y analizan fenómenos naturales con base en los procedimientos propios de la investigación científica.

Ya que, es precisamente allí en la competencia de indagación en la que los estudiantes encontraron mayores dificultades para plantear la pregunta de investigación que permitiera obtener más información sobre el calentamiento global, explicar la pertinencia de la pregunta para buscar posibles soluciones a esta problemática, con lo que se evidencia que si los estudiantes no son capaces de formular y abordar preguntas científicas, muy difícilmente se producirán nuevas investigaciones, nuevos conocimientos y nuevos aprendizajes, y por tanto se aleja de la relación analizada en el capítulo anterior, de que los estudiantes son considerados como sujetos epistémicos, ya que entonces en los procesos de formación no se les permitió espacios a los estudiantes para que se inquietaran, preguntaran y plantearan nuevas ideas de investigación sobre fenómenos naturales, que como Porlán (2018) lo manifiesta, enseñar una ciencia contextualizada que inicie con el abordaje de problemas y preguntas que interesen a todos, promoviendo la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad capaz de resolver sus problemas, porque de lo contrario es lo que ha llevado a una coexistencia social de grupos minoritarios muy especializados en el dominio del conocimiento científico y una ciudadanía empobrecida intelectualmente con creencias simplistas sobre los fenómenos que los afectan, que genera una reducción en la capacidad formadora y transformadora de una cultura científica al servicio de la sociedad, que promueva la solución de problemas, el espíritu científico y la intersubjetividad constructiva.

Entonces, no parece tener mucha relación estas características del nivel de desempeño en la que están los estudiantes con las competencias científicas reconocidas en ellos, porque si bien explican fenómenos naturales e intentan usar comprensivamente el conocimiento científico, no demuestran la capacidad para formular nuevas preguntas de investigación, reflejando procesos de formación en ciencias caracterizados por favorecer prácticas en la que los estudiantes asimilen conocimientos, los reproduzcan, intenten aplicarlos a nuevos contextos, pero no para producir nuevos conocimientos a partir de sus propias preguntas de investigación, preguntas contextualizadas que les permitan responder a las problemáticas actuales.

Por lo anterior, se cuestiona si aquella visión de ciencia constructivista desde la que se orienta el proceso de formación en ciencias a través del desarrollo de competencias, es coherente con las habilidades que han sido reconocidas en los discursos de los estudiantes, las dificultades

encontradas en cada una de las competencias científicas y los resultados de la prueba, porque como bien lo reflexiona Pozo (1996), ahora que todos somos constructivistas y además creemos que todo acto de conocimiento es necesariamente una construcción intelectual y por tanto toda actividad de enseñanza tiene como única meta legítima la construcción de conocimientos por los estudiantes, se está perdiendo el sentido o bien se supone una versión superficial del aprendizaje constructivo, que hace sumamente necesario profundizar más en el tipo de construcción intelectual del que se está referenciando, de la manera de concebir la construcción de conocimientos, porque este es el producto complejo de la interacción entre diversos procesos de cambio cognitivo, tanto de naturaleza acumulativa o asociativos como de carácter estructural o constructivo.

Reflexión que permite deducir desde los discursos de los estudiantes que los cambios cognitivos en los procesos de formación en ciencias que han predominado han sido de naturaleza acumulativa y muy poco de carácter constructivo desde los intereses y preguntas propias de los estudiantes que les permita investigar, construir nuevos conocimientos y transformar su realidad. Aunque es de resaltar que algunos estudiantes consideran que los resultados en la prueba de ciencias es fruto del proceso de formación que han tenido desde la básica primaria y el gusto o placer por aprender especialmente sobre las ciencias para tener la capacidad de explicar los fenómenos naturales, es decir, se puede reconocer que los resultados de la evaluación son una *estrategia de aprendizaje permanente* para estos estudiantes, que ven en estos el reflejo de sus aprendizajes, como se muestra a continuación en sus discursos.

Tabla 21.

Síntesis de la categoría inductiva - la evaluación como estrategia de aprendizaje permanente

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	La evaluación como estrategia de aprendizaje permanente.	E6P8C3R8FR2. Pero no refleja lo que se aprende en once o PREICFES sino es un resultado de un proceso de formación desde primaria, a medida que se van viendo se refuerzan, pero la base es primaria. E6P8C3R8FR3. Contribuyen claramente al resultado de las pruebas, aunque es algo más desde pequeño. E6P8C3R8FR6. El factor clave es que me gusta la ciencia, me gusta aprender. E7P8C3R8FR10. Quedaba de ultimo entre todos los clasificados, pero había una tenacidad de seguir perseverando por ese cariñito de querer saber qué es lo que explica los fenómenos naturales, de por sí es, las ciencias naturales es lo que más me gusta. E7P8C3R8FR11. Si encontraba placer en entender, y ese placer por entender me lleva a que, aunque no sea el mejor sea tenaz y perseverante. E8P8C3R8FR2. Yo desde siempre me he interesado mucho por las materias de ciencias más que por las otras, y pues les ponía más empeño a esas materias que a las demás, y pues me fue bien en el ICFES en esa área de evaluación. E10P8C3R8FR2. Siempre ha sido una de mis materias favoritas.

Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas de estos cuatro estudiantes (4) tienen coherencia con lo expuesto en los Estándares básicos de competencias, en el que la evaluación al igual que la ciencia sea vista como proceso permanente y arroje luces sobre el camino recorrido y el que se seguirá recorriendo (EV2ECC16EB2FR1), es decir, sirva como instrumento de aprendizaje y de formación como lo refiere Álvarez (2001), “porque se asume que la evaluación es aprendizaje en el sentido que por ella adquirimos conocimiento” (p.2). Por el contrario, los demás estudiantes consideran que los resultados de esta prueba no demuestran las habilidades desarrolladas y algunos reconocen que estos resultados es producto de entrenamiento para la prueba, cuyos discursos se presentan y analizan más adelante en el capítulo de las categorías emergentes.

Al igual que la categoría anterior es importante destacar que en los discursos, algunos estudiantes reconocen el *papel del docente frente a la organización del aprendizaje*, dado que manifiestan que el gusto por las ciencias fue despertado por sus maestros, ya que eran muy buenos enseñando, muy creativos en la forma de presentar los contenidos y prácticos permitiendo que se aplicara lo aprendido.

Tabla 22.***Síntesis de la categoría inductiva - papel del docente frente a la organización del aprendizaje***

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	Papel del docente frente a la organización del aprendizaje.	<p>E8P3C1R3FR5. En la vida del colegio diría que fueron mis profesores de ciencias, ósea todos como que eran muy buenos enseñando sus materias.</p> <p>E10P3C1R3FR2. Al aprender biología en el colegio nos inculcaban el ser creativos el verlo de manera diferente y creativo.</p> <p>E5P7C2R7FR1. Ha sido muy bueno porque hacen actividades o yo me acuerdo de actividades en ciencias, sobre todo, como campañas del medio ambiente, como usar las redes sociales, capacidades o habilidades.</p> <p>E7P7C2R7FR3. Como más apasionada por la forma en que presentaban los contenidos los profesores.</p> <p>E10P7C2R7FR1. Dividían la materia en esas ramas hubo una en específico que nos incentivaban a aplicar lo que aprendías para ver el tipo de comportamiento que podía tener por medio de lecturas, tipo de preguntas.</p> <p>E10P8C3R8FR3. Si, pude encontrarle la razón de ser algo que agradezco al colegio es ser practico en las cosas, fue bastante chévere llegar a ciencias naturales y leer todo y entenderlo.</p> <p>E10P8C3R8FR4. Interesante. Los profesores se enfocaban mucho en la aplicabilidad de la temática en la vida.</p>

Fuente: Elaboración propia.

En estas expresiones de los estudiantes se encuentra el sentido del papel del maestro en los procesos de formación en ciencias, que como lo manifiestan los referentes teóricos nacionales son quienes permiten el desarrollo del proceso pedagógico y comprenden la naturaleza de las ciencias como fundamento para la enseñanza de las mismas, que posibilita el proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los estudiantes (EV2DE21DB4FR1). Y que de alguna manera este papel del docente ha trascendido en la vida de los estudiantes en una relación con las ciencias para desenvolverse como ciudadanos participes y responsables de sus actuaciones en la sociedad, dado que a lo largo de los discursos como se ha analizado en párrafos anteriores, esta ha sido la mayor habilidad reconocida en los estudiantes, la cultura de ser ciudadanos conscientes de su compromiso personal y colectivo con los demás y con el entorno en el que viven.

De la misma manera sólo algunos estudiantes reconocen que *la prueba se limita a evaluar competencias básicas*, tal como lo fundamenta el Marco de Referencia de las pruebas saber 11° (ICFES, 2019), ya que esta evaluación tiene como objetivo dar razón de la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, y que por ser una prueba escrita se limita a evaluar las competencias generales básicas que puedan expresarse a través de lo escrito

(EV2CE11MS5FR3). Reconocimiento claro en los siguientes fragmentos de discursos de los estudiantes.

Tabla 23.

Síntesis de la categoría inductiva - la prueba se limita a evaluar competencias básicas

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	La prueba se limita a evaluar competencias básicas.	E1P8C3R8FR3. Mide más lo que conocemos que lo que podemos hacer. E7P8C3R8FR5. No, como le decía la prueba saber no evalúa efectivamente si le preguntan a uno de la forma en que una célula se acaba desquebrajando, no sé si suponemos un vaso de precipitado. E7P8C3R8FR6. Simplemente le piden a uno una intuición acerca de qué es lo que está sucediendo en esos fenómenos naturales. E7P8C3R8FR8. Sino que le estaba pidiendo que desarrollase esa intuición bonita de saber que, con palabras simples, los procesos diarios, la corrosión.. E7P8C3R8FR9. Esas cositas, esos elementos diarios, se podían comprender de forma simple con esa intuición para ver más allá que es lo que explica. E8P8C3R8FR7. Porque muchos de los conocimientos teóricos de hecho los da la prueba, la prueba en matemáticas da las fórmulas, en ciencias pone algunos esquemas que le refrescan a uno la información.

Fuente: Elaboración propia.

Evidencian que la prueba no evalúa tanto lo que el estudiante es capaz de hacer, sino lo que ya conoce, evalúa la forma de intuir para poder explicar de manera sencilla los fenómenos naturales, porque para ellos la prueba ofrece muchos de los conocimientos teóricos que se necesitan para responder, a tal punto de afirmar que es una prueba sencilla que se puede responder con el entrenamiento a través de intensivos o PREICFES (Estos discursos son analizados en el capítulo de categorías emergentes). Estas consideraciones de los estudiantes permiten discutir en torno a si este tipo de prueba saber 11° puede servir como estrategia de aprendizaje y de formación integral, así como instrumento para reconocer las competencias científicas desarrolladas en los estudiantes, ya que como algunos de ellos lo manifiestan, los resultados de esta prueba son el producto de un proceso de formación continuo y de su gusto por aprender sobre las ciencias.

Por lo que, las propuestas educativas nacionales sobre la formación de ciencias naturales no parece responder a lo que ya se había afirmado, de que si guardaba relación con los aportes de Cañal (2012), en cuanto la evaluación de la competencia científica debe permitir comprender el desarrollo de competencias implicando el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos

prácticos (destrezas) y actitudes, de una manera integrada y no como suma de pequeñas subcompetencias, puesto que lo importante es que el estudiante sepa emplear esos conocimientos integrados en diferentes contextos y situaciones, y aquellos que tenga que afrontar de su vida cotidiana; porque si para los estudiantes esta es una prueba sencilla, quiere decir que no está llevando a los estudiantes a procesos de pensamiento más complejos que evalúen el desarrollo gradual de las competencias científicas, sino que finalmente se está evaluando la competencia como algo que el estudiante ya posee o no por completo, sin tener en cuenta el desarrollo de la misma como proceso continuo y gradual, en el que se avanza a lo largo los diferentes niveles de escolaridad y más allá de los mismos; y desde los cuales se fundamentan la estructura por grupos de grados y niveles de complejidad de los estándares básicos de competencias.

Así mismo, en algunos pocos discursos se puede evidenciar que los estudiantes dan razón de que la *prueba saber 11° es estandarizada y homogénea centrada en evidencias*, sustentando que es una prueba sencilla, mecanizada y en el que los simulacros de las mismas muestran la mecánica de las preguntas.

Tabla 24.

Síntesis de la categoría inductiva - prueba estandarizada y homogénea centrada en evidencias

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	Prueba estandarizada y homogénea centrada en evidencias.	E6P8C3R8FR5. Es una prueba mecanizada. E7P8C3R8FR2. Porque es que la prueba saber 11° pues era algo sencillito. E7P8C3R8FR4. Como esas preguntitas que aparecían con globos aerostáticos o con choquecitos de bolas de billar que todo tenía una mecánica. E7P8C3R8FR12. Tenía la idea de que estudiar para la prueba, estudiar con las cosas que daban las empresas como el Helmer Pardo o Milton Ochoa era como una especie de trampita porque le votan a uno directamente la mecánica que lleva la prueba.

Fuente: Elaboración propia.

Una prueba mecanizada, estandarizada y homogénea centrada en evidencias, cuyos resultados para los estudiantes no demuestran las competencias que han desarrollado en su proceso de formación en ciencias, porque como afirmaron antes es una prueba sencilla; contrario a lo que el Marco de Referencia de las pruebas (ICFES, 2019) plantea sobre este modelo centrado en evidencias (DCE) que describen los desempeños o comportamientos observables que dan cuenta de los componentes descritos en el modelo del estudiante (EV2EVC15MS5FR3), entonces este tipo de evaluación no permite establecer con precisión qué saben y qué saben hacer los estudiantes, dado que al ser estandarizada y homogénea por un largo período de tiempo, de

pronto sí garantiza que los procesos de formación en ciencias se preocupen más por obtener altos puntajes en las pruebas, que por el verdadero sentido de desarrollar en los estudiantes unas competencias científicas que fortalezcan sus manera de actuar e interactuar con el mundo, con los demás y con propia vida a través de las ciencias.

Una consideración sustentada desde el análisis que se hizo en párrafos anteriores sobre las dificultades halladas en los discursos de los estudiantes al responder a cada una de las competencias científicas evaluadas y sus apreciaciones sobre la manera como conciben este tipo de prueba saber 11° y la relación de sus resultados con las habilidades científicas que ellos mismos identifican; y que encuentra relación con los aportes de Álvarez (2001), cuando afirma que este tipo de evaluación de hoy día orientada al examen, persigue prioritariamente el éxito inmediato y efímero, y lleva a desligar el proceso de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, por lo que nunca se permitirá una evaluación formativa, como instrumento de aprendizaje para una formación en ciencias.

Por consiguiente, muy difícilmente este tipo de *evaluación pueda considerarse como índice de calidad*, porque si bien para los estudiantes estos resultados no evidencian el desarrollo de sus competencias, si consideran que tienen un valor para acceder a becas universitarias y piensan que pudieron haber obtenido mayor puntaje.

Tabla 25.

Síntesis de la categoría inductiva - la evaluación como índice de calidad

Categoría axial	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad	La evaluación como índice de calidad	E1P8C3R8FR5. Pero si define un porcentaje sobresaliente en las pruebas. E2P8C3R8FR2. Aunque honestamente esperaba más, siento que saque un porcentaje, pude aplicar a una beca y considero que sí. E5P8C3R8FR2. Pero yo me sentí bien al saber que ciencias naturales me fue bien y además porque quería estudiar algo relacionado con ciencias naturales.

Fuente: Elaboración propia.

Lo que reafirma que más allá de ser un instrumento que indica la calidad de los procesos de formación en ciencias, es un instrumento que posiciona a las Instituciones Educativas de acuerdo a sus resultados y enfrenta las competencias de los estudiantes a un puntaje o nivel de desempeño, que no trasciende más allá de una evaluación formativa desde la valoración de las dimensiones integrales propias de la evaluación y del ser humano, y por tanto pierde el verdadero sentido y significado de la evaluación como estrategia de aprendizaje permanente, de formación

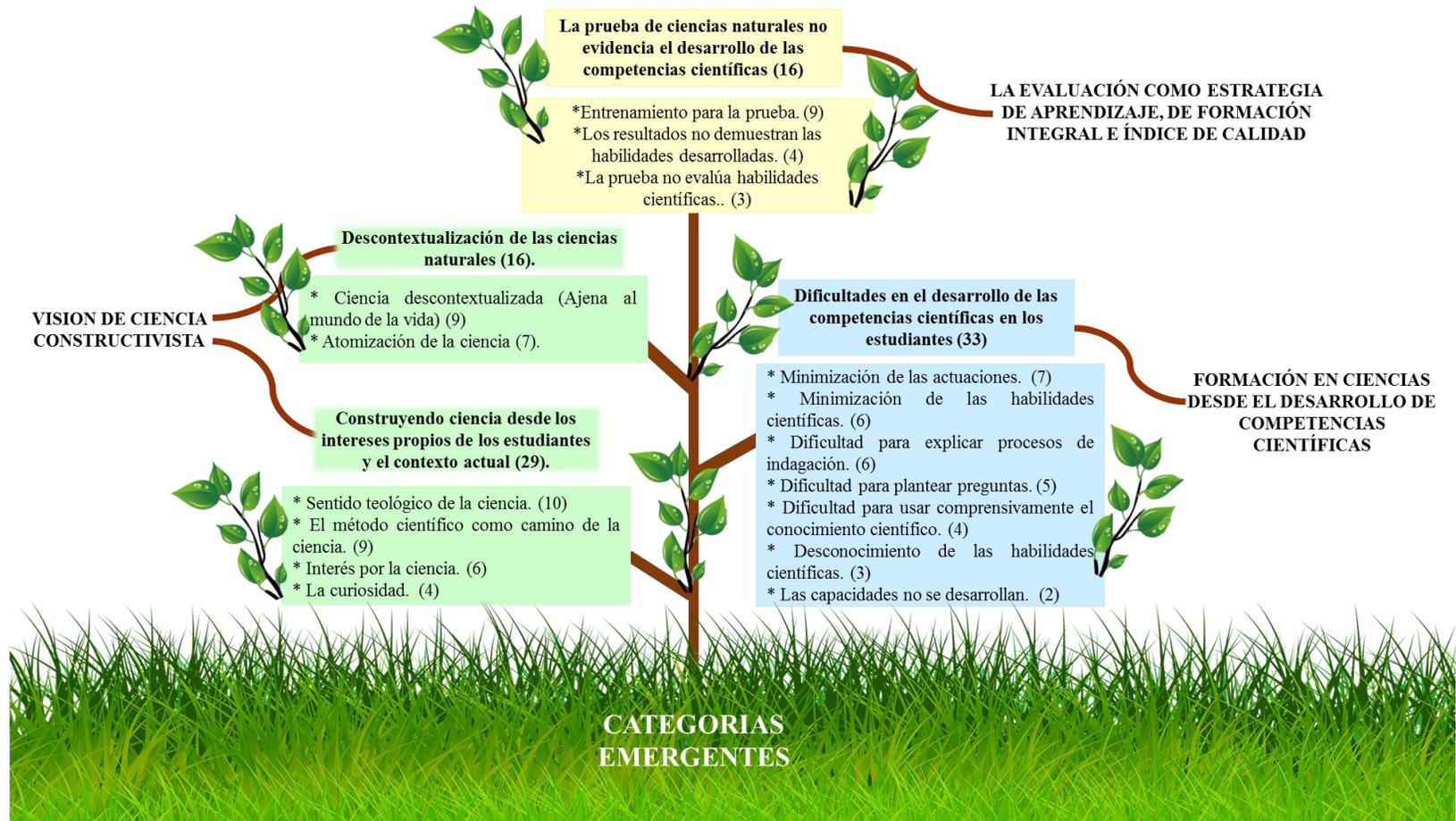
integral e índice de calidad; ese sentido que para Cañal (2012), es evaluar el grado de competencia científica global que tiene el estudiante, y cuya validez y apropiación dependerán de sus actuaciones en las situaciones problemáticas a la que se enfrenta en su vida cotidiana, comprendiendo que el desarrollo de las competencias científicas involucra el dominio de conocimientos teóricos, prácticos y actitudes, de forma integrada para empelarlos en diferentes contextos y situaciones.

4.2.4 Categorías emergentes. En el análisis de los discursos de los estudiantes a partir de las tres categorías axiales expuestas anteriormente, se encuentran algunas unidades de análisis representativas de nuevos elementos que caracterizan el reconocimiento de sus competencias científicas, las cuales constituyen las categorías emergentes que surgieron desde el levantamiento de referenciales significativos a partir de la propia indagación en los discursos de los estudiantes, como lo permite relacionar (Elliot, 1990; citado por Cisterna 2005).

Estas categorías emergentes se exponen a continuación en el gráfico (Las recurrencias aparecen entre paréntesis) y se identifican con un nombre que expresa el significado de las unidades de análisis de los discursos que las integran (Descontextualización de las ciencias naturales, construyendo ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual, dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y la prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas).

Gráfico 14.

Síntesis del proceso de triangulación



Fuente: Elaboración propia.

Desde el análisis de la categoría axial- Visión de ciencia constructivista- aparecen en los discursos de los estudiantes expresiones que representan una *Descontextualización de las ciencias naturales*, ya que al preguntarles en qué manera les ha servido la ciencia, si tiene algún significado en sus vidas o si hace uso solo del conocimiento cotidiano o científico, algunos de ellos conciben la ciencia como algo ajeno al mundo de la vida, que no aplican en su día a día para comprender y explicar fenómenos naturales de su propio contexto, porque sencillamente no están estudiando una carrera afín, porque los conocimientos de la ciencia son muy avanzados que no encuentran sentido en el día a día o que bien el entorno no muestra grandes desafíos para explicarlos desde la ciencia, y por ello la formación en ciencias naturales se queda allí, sin tener un significado para sus vidas; terminando en atomizar la ciencia cuando consideran que los conocimientos de las ciencias naturales aprendidos en el colegio son muy básicos, que no tienen mucha relevancia, al punto de reducirlos solo a los conocimientos vistos en los intensivos (simulacros) antes de la presentación de la Prueba ICFES, desvincularlos de sus vidas porque no es la materia que más les guste o fragmentar los conocimientos de las ciencias por asignaturas. Estas concepciones de ciencia pueden visualizarse en la siguiente tabla.

Tabla 26.

Síntesis de la categoría emergente - descontextualización de las ciencias naturales

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Descontextualización de las ciencias naturales	Ciencia descontextualizada (Ajena al mundo de la vida).	E3P1C1R1FR2. La composición no lo he aplicado todavía pues estoy estudiando derecho y pues la verdad no he tenido mucha relación con el tema, ahora no lo he aplicado, pero puede que lo aplique en los últimos semestres cuando veamos cuerpo humano todo eso. E3P1C1R1FR3. En la rutina no aplico nada de ciencia. E4P1C1R1FR2. No sé una aplicación tan útil, porque son cosas más avanzados de las ciencias, además de eso no le he dado esa utilidad en mi vida diaria. E4P1C1R1FR3. NO la utilizo mucho. E4P2C1R2FR2. El científico no mucho que yo recuerde, no recuerdo situaciones en las que haya utilizado esos conocimientos de la ciencia. E4P2C1R2FR3. Solo se tiene la formación, pero no para usarlo en mi día a día. E3P3C1R3FR1. La verdad no. E7P7C2R7FR1. En mi entorno diría que no hay muchos o es bastante nulo los desafíos que hay en cuanto a fenómenos de las ciencias naturales a resolver. E3P4C2R4FR1. No sé, no se me viene a la cabeza un ejemplo.
	Atomización de la ciencia.	E2P1C1R1FR2 Considero que es algo muy básico, pero a la vez importante. E3P1C1R1FR1 Pues haber la ciencia que yo aprendí en los

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
		<p>meses antes del ICFES fue el intensivo que hicimos, era más lo básico la célula.</p> <p>E4P1C1R1FR1 Pues la ciencia que me han enseñado en el bachillerato, yo diría que cosas muy básicas.</p> <p>E3P3C1R3FR2 Si han tenido su significado no mucha relevancia no es la materia que me interese mucho, me gusta más la filosofía, por eso no la tengo tan presente.</p> <p>E3P4C2R4FR2 Recoger las hojas que están caídas, seleccionar los plásticos llevarlos para que sean reciclados, los distintos tipos de basura, solo en el aspecto del medio ambiente.</p> <p>E6P7C2R7FR2 Lo que uno más puede entender de cierta forma las ideas de lo que son los fenómenos físicos, biológicos y químicos y tiene el esquema de las bases de las asignaturas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Concepciones de estudiantes que son muy contrarias, a lo que se expuso en capítulos anteriores en relación a que algunos de ellos sí le asignan un gran significado a la ciencia, dado que les permite explicar los fenómenos naturales de su diario vivir y actuar como ciudadanos de manera armónica y responsable con el ambiente y los demás; lo que se acercaba a la visión de ciencia constructivista promulgada en los referentes teóricos nacionales, parece que se desvirtúa en estos discursos de los estudiantes ya que no reconocen el valor de la ciencia en sus vidas, ni la relación del mundo de la vida con los conocimientos científicos construidos desde allí, sino una ciencia descontextualizada ajena al mundo de la vida y reducida a conocimientos muy básicos, que tiene relación con lo que señala Porlán (2018), en cuanto que la naturaleza de la ciencia que se está enseñando no coincide con la ciencia realmente existente, se está intentando enseñar una ciencia descontextualizada de la vida diaria de los que aprenden, desconectando el conocimiento común y el científico, llevando a una coexistencia social de grupos minoritarios que dominan el conocimiento científico y una ciudadanía empobrecida intelectualmente con creencias simplistas sobre los fenómenos que los afectan, lo que produce una reducción en la capacidad formadora y transformadora de una cultura científica al servicio de la sociedad para promover la solución de problemas, el espíritu científico y la intersubjetividad constructiva.

Por tanto, aquel marco explicativo de los referentes teóricos nacionales en la que se sustenta una visión de ciencia constructivista que orienta los procesos de formación en ciencias naturales, es impreciso en los discursos de los estudiantes, de quienes aprenden y dan sentido a la formación misma, ya que desde allí no se identifica una construcción compleja de conocimientos desde sus propias perspectivas y su relación con las teorías de las ciencias naturales para explicar científicamente el mundo natural, interactuar con él y producir nuevos conocimientos que

transformen su realidad.

Una imprecisión que surge desde la carencia de conceptualización en las propuestas nacionales sobre esta visión constructivista, que muy bien lo cuestiona Pozo (1996) cuando afirma que ahora que todos promulgan una fe constructivista es necesario “concebir la construcción de conocimientos como el producto complejo de la interacción entre diversos procesos de cambio cognitivo, tanto de naturaleza acumulativa o asociativos como de carácter estructural o constructivo” (p.20), es decir, en aquel marco explicativo de los referentes nacionales se carece de lo que para Pozo (1996), en últimas depende de “cómo se conceptualice la interacción sujeto- objeto y de cómo se concrete la entidad de la estructura cognoscitiva del sujeto y de la naturaleza del medio externo” (p.22), ya que si es evidente una coherencia lógica en las propuestas entre la organización de los conocimientos de las ciencias naturales en el contexto escolar por grupos de grados con ciertos niveles de complejidad, no lo es al fundamentar su visión de ciencia, la naturaleza del conocimiento científico y lo más importante la teoría de aprendizaje desde la cual los estudiantes construyen significativamente los conocimientos de las ciencias naturales, ya que es allí donde encuentra sentido el proceso de formación.

Por otro lado, algunos estudiantes que sí conciben el valor de la ciencia en sus vidas, permiten en sus discursos promover *una construcción de ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual*, ya que como ellos mismos lo afirman, el significado de las ciencias naturales en sus vidas depende del interés que se tenga hacia la ciencia, de la forma en cómo se muestre el valor de la ciencia desde los primeros años de vida, por el amor a comprender cómo suceden los fenómenos naturales y de qué manera la ciencia permite el desarrollo de la humanidad; un interés por la ciencia que nace desde la curiosidad como habilidad que permite iniciar en el proceso de comprender cómo ocurren los fenómenos naturales, a través de un camino como lo es el método científico, que lo reconocen como una manera de pensar para poder comprender y tomar decisiones correctamente desde el conocimiento científico, un método que sigue unos pasos estrictos pero que pueden no seguirse al pie de la letra, sino que se sigue un proceso lógico para validar un conocimiento y poder construir otros nuevos.

Este interés por la ciencia en los estudiantes, que llama bastante la atención, ya que se interesan por ella como una forma de llegar a la comprensión de todo aquello que Dios creó en el universo, de buscar la razón de ser de las cosas, una belleza que puede explicarse científicamente por medio de todos los fenómenos biológicos, químicos y físicos que ocurren en ella, porque todo

tiene un por qué, y es por ello que expresan que hay preservar todas las especies que habitan en el planeta, y aquella forma de reconocer al ser humano como único dueño del mundo, es contrario a la naturaleza misma, a la creación perfecta de Dios. Este interés por la ciencia en los estudiantes es evidente en las siguientes unidades de análisis.

Tabla 27.

Síntesis de la categoría emergente - la construcción de ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La construcción de ciencia desde los intereses propios de los estudiantes y el contexto actual.	Interés por la ciencia.	E6P3C1R3FR1. Si, el valor de las cosas que uno aprende está en lo que a uno le guste, lo que he aprendido de ciencias naturales y matemáticas, yo decidí estudiar física e ingeniería biomédica en parte lo que quiero ser es parte de las ciencias. E8P3C1R3FR4. En mis primeros años de vida mi papá, que es administrador de empresas, pero el reconoce mucho el valor de la ciencia y entonces desde pequeño me mostró libros, me mostró películas, documentales, me compraba en CD los documentales de National Geographi de la naturaleza y todo eso. E8P3C1R3FR6. Entonces fue muy bueno, y pues esos serian como mis modelos, y modelos así que no haya conocido, Elon Musk que es el creador de Space, me parece una persona excepcional y es increíble lo que está haciendo en este momento con todas sus empresas, que es Space X... E8P3C1R3FR7. SolarCity diseñada para buscar energía renovable y el último proyecto que lanzo fue Starlink que es la línea de satélites que quiere que le de internet a nivel global, a todo el mundo de una manera satelital, me inspiro mucho esa persona. E7P7C2R7FR8. Por el amor a querer entender que es lo que pasa.
	La curiosidad.	E7P7C2R7FR2. La habilidad principal yo creo que ha sido más dirigida por la curiosidad, y una curiosidad que se hace cada vez más. E7P7C2R7FR5. Siempre ha sido algo que le hace a uno observarlo con duda, con intriga, con ganas de entender por qué sucede. E7P7C2R7FR7. Esas habilidades siempre, pues yo digo que se impulsan mucho por la curiosidad. E9P7C2R7FR3. Yo creo que la curiosidad y la observación fueron las habilidades.
	El método científico como camino de la ciencia.	E1P1C1R1FR4. Me ha servido bastante usar el método científico, para tomar decisiones personales en la vida como cuando me cambié de institución. E6P1C1R1FR2. No la veo como una asignatura sino una manera de pensar, el usar el método científico para tomar mejores decisiones y entender lo que tengo alrededor. E3P2C1R2FR1. A veces científico, por ejemplo, el método científico, lo he usado en varias cosas, ahora no se me viene a la cabeza, pero se hace uso del método científico.

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Sentido teológico de la ciencia.	E8P2C1R2FR1. Si, por ejemplo, yo cuando tengo una pregunta o algo que me inquieta, yo hago mucho uso del conocimiento científico, ya que considero que es un método increíble para entender las cosas.	E1P7C2R7FR3. Si puedo decir que el método científico me ha servido bastante y no necesito hacerlo al pie de letra sino es más cuando veo un tema nuevo pasamos de sistemas de cuerpo humano a células.
	E7P7C2R7FR4. Pero que a su vez se hace estricta siguiendo un método, el método científico para evaluar que las cosas que le suceden a uno alrededor, todos los fenómenos naturales que nos están pasando alrededor.	E7P7C2R7FR9. Pero vienen dirigidas siempre con una base teórica, experimental, que se debe respetar con unas hipótesis, con un paso a la toma de experimentación para ver qué es lo que está sucediendo, a la evaluación, al contraste de si la hipótesis que uno tiene.
	E7P7C2R7FR12. Se puede entender el orden que traen las cosas, pero siempre con un debido proceso de estudio, de indagación porque no tenemos un manual de cómo funcionan, tenemos es de que teorizar, poner una hipótesis de por qué eso tiene tal comportamiento y empezar a evaluar.	E7P1C1R1FR4. Para la mí la ciencia es como el pensamiento de Dios para la creación. No lo veo tanto como la aplicación en el día a día sino una especie de lenguaje divino de la misma obra creadora y por tanto es belleza, es belleza pura, porque es todo lo que así dispuso, si existe un creador para el mundo, sea por la física, sea por la química, sea la biología.
	E5P3C1R3FR2. Preservar especies en vía de extinción, más allá de eso sino preservar la creación de Dios, siempre lo he tenido en el corazón.	E7P4C2R4FR5. Porque la forma descontrolada en la que queremos apropiarnos del mundo, no va con lo que es natural, con lo que es la creación, con su orden y eso ayuda a que el colectivo individualmente nos beneficiemos.
	E7P1C1R1FR2. Es tan bonito poder en el día a día sencillamente ver que todo tiene un por qué, todo tiene una conexión que hace que las cosas funcionen. E7P1C1R1FR3. Me resulta la idea de relacionar día a día como por algo mundano respecto a lo que la ciencia es, que va mucho más allá.	E7P3C1R3FR4. Pues claramente tiene un valioso significado, es ver el cómo, es todo, la manera en que funciona, es precioso.
	E10P7C2R7FR5. Es bueno buscarle la razón de ser en las cosas que haces en el día a día.	E7P9C3R9FR5. Entonces romper con el equilibrio, es romper con lo, como lo decía, la forma en como aprecio la ciencia, romper con lo divino, romper con la forma en que Dios o la creación dispuso el mundo y por tanto llevar a un desequilibrio que por tanto no tienen planeado la naturaleza y que por tanto va acabar desbaratándose.

Fuente: Elaboración propia.

Estos discursos de los estudiantes demuestran la necesidad de que los procesos de

formación en ciencias se orienten desde los intereses y necesidades propias de los estudiantes, desde sus construcciones de significado, para que realmente el aprendizaje de las ciencias resulte significativo en ellos y les permita aportar como ciudadanos científicamente alfabetizados, capaces de actuar, interactuar y transformar su entorno. Esta necesidad es la que plantea Porlán (2018) desde el nuevo paradigma de la educación científica y los aportes de Pérez & De Pro (2013), en cuanto a que estos intereses, emociones y necesidades ligadas a sus experiencias de vida construyen su identidad como sujetos y determinan el proceso de aprendizaje, por lo que en coherencia con lo analizado en la categoría emergente anterior, se debe enseñar una ciencia contextualizada que inicie desde los intereses de los estudiantes y aborde problemas y preguntas que interesen a todos ellos, de manera que se promueva la capacidad de formar una cultura científica en la sociedad, capaz de resolver sus problemas y de explicar científicamente todos aquellos fenómenos naturales que les apasionen, de comprender la perfección de la naturaleza y de producir nuevos conocimientos para beneficio de todos en el planeta. Y asimismo, como lo aporta Hernández (2005), es importante permitir que los estudiantes desarrollen unas competencias que les permitan emplear sus conocimientos para mejorar sus condiciones de vida y continuar aprendiendo, lo cual implica mantener vivo el deseo y la voluntad de saber, siendo entonces la escuela el espacio para disfrutar del conocimiento.

Ahora, a partir de la categoría axial- Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas, emergen unas unidades de análisis que representan las *Dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes*, que como se mencionó en el capítulo anterior cuando se analizaban cada una de las competencias científicas que evalúa la prueba saber 11° en ciencias, se encontró que los estudiantes tenían cierta habilidad para explicar científicamente fenómenos naturales como el calentamiento global, pero tenían dificultades para usar comprensivamente el conocimiento científico y más aún para plantear preguntas de investigación y explicar la pertinencia de las mismas en la solución de una problemática. De manera que estas dificultades encontradas en los discursos de los estudiantes son detalladas a continuación en el siguiente cuadro, cuando se les pregunta sobre las competencias científicas que lograron desarrollar en el proceso de formación en ciencias, sobre sus actuaciones frente a una problemática y sobre la habilidad para responder a las tres preguntas planteadas desde cada competencia científica evaluada en la prueba.

Tabla 28.

Síntesis de la categoría emergente - dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
Dificultades en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.	Desconocimiento de las habilidades científicas.	E1P7C2R7FR1. Pues realmente no es como que pueda decirles que tantas capacidades y habilidades. E3P7C2R7FR1. Capacidades no sé. E4P7C2R7FR1. Habilidad pues la verdad no estoy muy seguro, no diría que capacidades de ciencias naturales.
	Minimización de las habilidades científicas.	E1P7C2R7FR5. Habilidad de la observación. E2P7C2R7FR2. Es la fundamentación de uno, me ha servido mucho lo ecológico, considero que es una habilidad muy o capacidad que es necesaria y con la formación que recibí en el colegio puedo enseñar a otras personas a aprender esta habilidad. E3P7C2R7FR2. Como la rapidez de analizar las cosas, el análisis en los últimos meses nos recalco eso, la observación ya uno no lo mira con ese conocimiento tan básico. E4P7C2R7FR2. La capacidad de razonamiento, pero en todas no sabría decirte si de ciencias naturales. E6P7C2R7FR1. Habilidad de aplicación del conocimiento.
	Minimización de las actuaciones.	E7P6C2R6FR2. Y como le decía pues uno es muy pequeño en el sentido de que Dios quiera fuera yo un científico estuviera estudiando para la vacuna como tal, pero lo único que puedo hacer es respetar el aislamiento y las personas no han estado haciendo eso. E7P5C2R5FR1. Uno es muy pequeñito como para tener un peso importante en el conjunto, pero al menos dentro de mi familia y lo que yo puedo hacer, que de por si lo consideraría casi insignificante. E3P9C3R9FR2. Y las acciones diarias poco, en mi casa no hay ningún vehículo que emita esto y la verdad, gases como el dióxido de carbono desde mi casa no sucede nada, de mis acciones diarias no estoy afectando en nada, no contamina. E4P9C3R9FR2. Mi familia me ha inculcado no desperdiciar y en cuanto al uso de los bombillos, comprar bombillos que digan que cuidan el medio ambiente. Ahorrar los recursos E7P9C3R9FR6 Y creo que puedo ayudar desde mis acciones diarias sí, pero muy poco, muy poquito porque no tengo poder como ciudadano común, como simple persona.
	Dificultad para usar comprensivamente el conocimiento científico.	E2P1OC3R10FR1. Considero que las 3 sin embargo no sabría bien lo de prohibir la explotación de aguas subterráneas, es importante tener en cuenta la deforestación, considero que plantar árboles. E3P1OC3R10FR1. Plantar más árboles. Porque los árboles son los que ayudan en este proceso del aire, el proceso del oxígeno. Bueno más o menos por ahí... Los árboles ayudan. E4P1OC3R10FR1. La que mayor tendría impacto sería plantar árboles por el tema de los gases por ejemplo el CO ₂ es el dióxido de carbono sino estoy mal y al plantar árboles reducirían los gases que están contribuyendo al calentamiento global.
	Dificultad para	E4P11C3R11FR2. La tercera es la más pertinente ¿Qué tipo de

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
	<p data-bbox="444 254 651 281">plantear preguntas.</p> <p data-bbox="444 680 690 768">Dificultad para explicar procesos de indagación.</p> <p data-bbox="444 1230 690 1287">Las capacidades no se desarrollan.</p>	<p data-bbox="716 254 1404 674">gases? E5P11C3R11FR1. ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global? Porque es más específica, tocaría investigar más sobre los tipos de gases que están afectando el calentamiento. E6P11C3R11FR1. ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global? Si uno tiene en cuenta en el ecosistema la temperatura y analizo los tipos de gases, yo diría por el hecho que la segunda habla de ecosistema e incluye la primera. E7P11C3R11FR4. Qué tipo de gases sería una pregunta adecuada porque nos llevaría a saber de qué algunas de esas sustancias no pueden estar sencillamente pasando por alto, pueden no afectar al medio, mientras que otras pueden ser muy graves y otras aún peores y por tanto de mayor urgencia para atender e ir limitando.</p> <p data-bbox="716 680 1404 1010">E1P11C3R11FR1. Se deja en claro cuál es el enfoque de la investigación, pero si hablamos del calentamiento global, la segunda pregunta es la más óptima ¿Cómo actúan estos gases? E2P11C3R11FR1. Considero de cómo actúan los gases de efecto de invernadero en el ecosistema, entendiendo esto puedo mirar una forma de cómo hizo efecto o disminuir su producción. E3P11C3R11FR1. Para mí sería la b, ay no se... Porque estamos hablando del calentamiento global, porque queremos tener información y el efecto invernadero es importante también, me suena más esta.</p> <p data-bbox="716 1016 1404 1104">E4P11C3R11FR1. El efecto invernadero es algo relacionado con el calentamiento global y si estudiamos como afectan los gases sería bueno saberlo también.</p> <p data-bbox="716 1110 1404 1167">E5P11C3R11FR2. Ayudaría a una investigación para obtener más información acerca del calentamiento global.</p> <p data-bbox="716 1173 1404 1230">E6P11C3R11FR2. Si habla de calentamiento global es la tercera ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global?</p> <p data-bbox="716 1236 1404 1400">E6P7C2R7FR3. Las capacidades y habilidades son explotadas mas no desarrolladas, es fácil tener conocimiento de internet, libros por medio del cual adquirir un conocimiento, gracias al trabajo autónomo se siguen afianzando. E6P7C2R7FR4. Habilidades para mí son una secuencia de varios procesos desde primaria.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Es evidente en los discursos cómo algunos estudiantes desconocen las habilidades científicas que pudieron haber desarrollado en sus procesos de formación en ciencias, ya que no identifican las competencias mismas desde las cuales se orientaron sus procesos de aprendizaje, y cuando intentan hacerlo, aluden sólo a unas cuantas competencias como la observación, el análisis, el razonamiento y la capacidad que aparece a lo largo de la mayoría de discursos, sobre el saber actuar responsablemente con el entorno. Lo que lleva a que no reconozcan que esa habilidad al parecer mínima para actuar adecuadamente frente a la pandemia promueve grandes beneficios tanto de manera individual como colectiva, o pensar que el esfuerzo de seguir los

protocolos de bioseguridad es insignificante o que desde las acciones diarias se pueden incidir tanto positiva como negativamente a todo un ecosistema.

Estas dificultades se hacen mas evidentes cuando se les enfrenta a los estudiantes a preguntas que les exige usar comprensivamente el conocimiento científico para proponer la estrategia mas efectiva que permita reducir el fenómeno de calentamiento global, dado que algunos de ellos no sustentan claramente el por qué plantar mas árboles sería la mejor estrategia para disminuir la contaminación de la atmósfera por los gases de efecto invernadero, desde la complejidad de las funciones del reino vegetal en el ecosistema; mas aun se hace evidente cuando intentan plantear una pregunta de investigación que permita obtener mas información sobre el calentamiento global y posibles soluciones a esta situación, ya que algunos de ellos responden que la pregunta sería qué tipos de gases genera el calentamiento global, desconociendo que la pregunta de cómo actúan estos gases de efecto invernadero en el ecosistema para producir dicho calentamiento es mas pertinente, dado que al saber cómo actúan estos gases se podría pensar en estrategias que disminuyan la acción de los mismos en el ecosistema.

De la misma manera los estudiantes encuentran dificultad al explicar el por qué seleccionan esa pregunta de investigación, dado que no dan razones suficientes y justificadas desde el conocimiento científico como lo expresan las características del nivel de desempeño 4 en sus resultados de la prueba saber 11° en ciencias. Una situación que refleja que si los estudiantes mismos no reconocen las competencias científicas desarrolladas en sus procesos de formación en ciencias, difícilmente podrán hacer uso de ellas de manera consciente, demostrando entonces que aquellas características del nivel de desempeño 4, como máximo nivel obtenido por los estudiantes en sus resultados de las pruebas saber (Ver tabla 8 Instrumento Matriz de análisis de resultados de la Prueba Saber 11° de Ciencias Naturales 2019 de los informantes claves) no guarda relación con sus discursos al momento de reconocer la apropiación de estas tres competencias científicas evaluadas (Explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico e indagación), en especial la competencia de indagación que como lo expresa el Marco de Referencia de las pruebas saber 11° (ICFES, 2019), los estudiantes en este nivel son capaces de plantear preguntas de investigación desde las ciencias naturales a partir de un contexto determinado.

Por lo cual, parece que los estudiantes no se han apropiado de este tipo de competencias científicas o no han sido desarrolladas de manera gradual a lo largo de los distintos niveles

educativos en sus procesos de formación en ciencias, que como bien lo expresa uno de los estudiantes, “Habilidades para mí son una secuencia de varios procesos desde primaria” (E6P7C2R7FR4), es decir, no se alcanza el desarrollo completo de las competencias en cierto momento sino que es un proceso continuo y gradual donde Cañal (2012), refiere que el grado de competencia científica global que tenga un estudiante depende, en últimas, de la validez y apropiación que tengan sus actuaciones en las situaciones problemáticas que tenga que afrontar de su vida cotidiana, por lo que la competencia científica no es algo que se posea o no por completo, sino que su desarrollo es un proceso continuo y gradual, en el que se progresa a lo largo de la escolaridad y más allá de la misma. De allí, que no es posible poder relacionar completamente el grado de desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes con sus resultados de las pruebas saber 11° aplicadas en un momento fijo de la educación, porque como bien se ha expuesto, los estudiantes encuentran dificultades al momento de reconocer y poner en práctica dichas competencias, que desde su nivel de desempeño se demuestra todo lo contrario.

Y es esto, lo que algunos estudiantes precisamente expresan en sus discursos al momento de preguntarles si el puntaje en el resultado de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales tenía relación con las habilidades que desarrollaron durante su proceso de formación, que como bien se analizó en el capítulo anterior, todos ellos coincidieron en que si tenía relación, pero que al momento de enfrentarlos a situaciones concretas en las que tenían que hacer uso de sus competencias científicas encontraron dificultades; aunque para algunos aun considerando que sí tiene relación, manifiestan que *la prueba saber 11° no evidencia el desarrollo de las competencias científicas*; y es esta la categoría que nace desde el análisis de sus discursos sobre la evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad, representada por las siguientes unidades de análisis.

Tabla 29.

Síntesis de la categoría emergente - la prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas

Categoría emergente	Categoría inductiva	Unidades de análisis representativas
La prueba de ciencias naturales no evidencia el desarrollo de las competencias científicas.	La prueba no evalúa habilidades científicas.	E7P8C3R8FR7. Lo que le llamaban las competencias, ese estudio por competencias yo me di cuenta mientras que estudiaba para la prueba que no le estaba pidiendo a uno habilidades técnicas en casi nada. E7P8C3R8FR13. No evalúa que por ejemplo el estudiante a lo largo de sus años haya desarrollado por sí mismo esa curiosidad y habilidad que le lleve a ver detrás de las ecuaciones, porque todo eso se describe por medio de ecuaciones. E7P8C3R8FR15. Mas no si desarrolló esas competencias, esas capacidades para ver lo simple detrás de lo aparentemente muy complejo, a partir de simple reflexión y apropiación del conocimiento que recibe a lo largo del colegio.
	Los resultados no demuestran las habilidades desarrolladas.	E1P8C3R8FR2. Nunca he sido un fiel creyente de las pruebas, no demuestran que tantas habilidades tenemos. E1P8C3R8FR4. El puntaje no define qué tanto sé de ciencias naturales, qué tantas habilidades y competencias tengo. E6P8C3R8FR4. No me gustaban los PREICFES, no me gusta la prueba ICFES, no me parece una prueba fidedigna, el sacar 100 en matemáticas no me dice que soy matemático. E7P8C3R8FR3. Pero no evaluaba conocimiento puntual o una habilidad técnica del saber llevar efectivamente cálculos o el conocer especialmente la forma en que se desarrollaban las cosas, sino que era más como la búsqueda de que comprendiésemos por intuición, bueno por una intuición no tan cotidiana, cómo los elementos simplecitos de los fenómenos diarios, de cosas tan simples.
	Entrenamiento para la prueba.	E3P8C3R8FR2. Ósea las pruebas son básicamente lo que aprendimos en el intensivo, fue lo que más me sirvió en el momento de la prueba. E3P8C3R8FR3. Las preguntas son lo mismo, cambian personas. E3P8C3R8FR4. Sin el conocimiento que nos dieron no hubiera obtenido el puntaje que tuve. E4P8C3R8FR2. Si hicieron PREICFES desde séptimo y en once se intensificaron más. E5P8C3R8FR3. Yo le agradezco mucho al colegio y al PREICFES, los repasos que hacíamos en todas las materias me sirvieron mucho. E8P8C3R8FR4. Yo diría que son tres factores fundamentales por los que me fue bien, el primero es la práctica porque como todo en la vida se necesita practica y eso lo da el PREICFES, en 10° y 11° nos ponen a practicar constantemente, cada fin de semana con las pruebas que traen los profes o cada vez que hacían simulacros, nos entrenábamos como para estar en la situación real de la prueba. E8P8C3R8FR5. Entrenarse para la situación que se va a enfrentar porque por ejemplo uno de los factores que influye mucho en las pruebas es la fatiga, porque al estar bastantes otras presentando una prueba la fatiga juega un factor fundamental, entonces entrenarse, el leer durante varias horas. E9P8C3R8FR2. Porque empecé a buscar como mucha información sobre los temas, a repasar todos los temas y también el PREICFES pues nos explicaban muy detalladamente los temas y los simulacros también como para prepararnos para saber qué tipo de preguntas no hacían.

Fuente: Elaboración propia.

En estos discursos los mismos estudiantes reconocen que la prueba no evalúa las habilidades científicas que se han desarrollado a lo largo de los niveles escolares, sino que a través de unas preguntas aparentemente complejas se permite ver lo simple de los fenómenos naturales, haciendo uso de los conocimientos aprendidos en ciencias, y por ello mismo afirman que los resultados de la prueba no demuestran estas habilidades desarrolladas, ya que estos no definen qué tanto saben en ciencias o qué competencias se tienen; pero sí para la mitad de los estudiantes, estos altos resultados son el producto de un entrenamiento para la prueba, conseguido básicamente a través de los intensivos o simulacros que se hicieron desde años anteriores hasta el grado once (11°), los repases de pruebas en cada una de las materias, la practica constante en la prueba y el entrenamiento simulando la situación real de la presentación de la misma.

Reconocimientos que hacen los propios actores del aprendizaje y que no tiene el mismo sentido y significado de la evaluación que expresan las propuestas nacionales sobre la misma, como estrategia de aprendizaje permanente, de formación integral e índice de calidad, porque si ellos mismos consideran que la prueba saber 11° no evalúa el desarrollo de las competencias científicas, sino el resultado de un continuo entrenamiento de preguntas tipo ICFES, no es lógico entonces que se piense que dichos resultados de la prueba son una herramienta para fortalecer los procesos de aprendizaje, para orientar los procesos de formación integral o menos aún para ser un indicador valido de la calidad educativa.

Un razonamiento que se soporta también desde los aportes de (Yus; citado por Cañal, 2012), en el que relacionan que este tipo de pruebas parece atomizar la noción de competencia, “alejándose con ello de la concepción holística original, al evaluar capacidades aisladamente, lo que posiblemente no permita mostrar con rigor el grado de adquisición por los estudiantes” (p.6), es decir, el grado de desarrollo de las competencias científicas a lo largo de sus procesos de formación en ciencias, lo que significa que si desde los referentes teóricos nacionales no hay un marco explicativo sólido sobre la naturaleza de las ciencias naturales, sobre la orientación de los procesos de formación por competencias, sobre la concepción holística de esta misma perspectivas de competencias, no hay una evaluación que permita evaluar el desarrollo gradual de las competencias científicas, y por tanto, los resultados de la evaluación no significaran un elemento transformador de los proceso de formación en ciencias en los estudiantes.

De manera tal, que estas discusiones hechas a lo largo de los dos capítulos anteriores de resultados en torno al análisis documental y de las entrevistas semiestructuradas, se condensan en

el próximo capítulo donde se analizan conjuntamente las categorías axiales y emergentes, que evidencian los hallazgos encontrados para construir elementos orientadores que fortalezcan la relación entre el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y sus resultados en las pruebas saber 11° en ciencias naturales.

4.3 Elementos Orientadores para los Procesos de Formación en Ciencias Naturales y su Evaluación

Este tercer objetivo se construye a partir del análisis conjunto que se ha logrado edificar desde la naturaleza misma de la investigación a través del paradigma interpretativo comprensivo que ha permitido comprender las prácticas interpretativas que le dan sentido y significado desde el contexto en el que se presentan y desde la mirada de los sujetos participantes, donde a medida que avanza el proceso de investigación se va construyendo el conocimiento sobre esa realidad del objeto de estudio (Vasilachis, 1997). Por ello, se parte desde una mirada externa de dicha relación de los Referentes Teóricos Nacionales sobre los procesos de formación en ciencias naturales y los resultados de las Pruebas Saber 11° en Ciencias, hacia una mirada interna desde las interacciones de los sujetos en el contexto que permitan evidenciar si hay o no apropiación y desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

Y desde allí, se identifica la naturaleza profunda de la realidad que da razón plena de dicha relación, porque desde el enfoque cualitativo (Martínez, 2004), se analiza el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes como un todo integrado de significados y símbolos en función de sus resultados de las pruebas saber 11°, en un proceso dialéctico entre los referentes teóricos nacionales, los discursos de los estudiantes y los resultados de la evaluación.

Es así, como se tiene en cuenta el contexto en el que se produce tanto lo manifiesto como lo latente de los discursos, y se contrasta la información de la realidad objeto de estudio a través de un proceso de triangulación, como análisis integral y sistémico de los productos de la síntesis de los referentes teóricos (Categorías y subcategorías teóricas), del análisis documental (categorías axiales e inductivas) y del análisis de discursos (categorías axiales, inductivas y emergentes), como se visualiza en el siguiente cuadro de triangulación de los instrumentos.

Gráfico 15.

Triangulación de los instrumentos de recolección de información



Fuente: Elaboración propia.

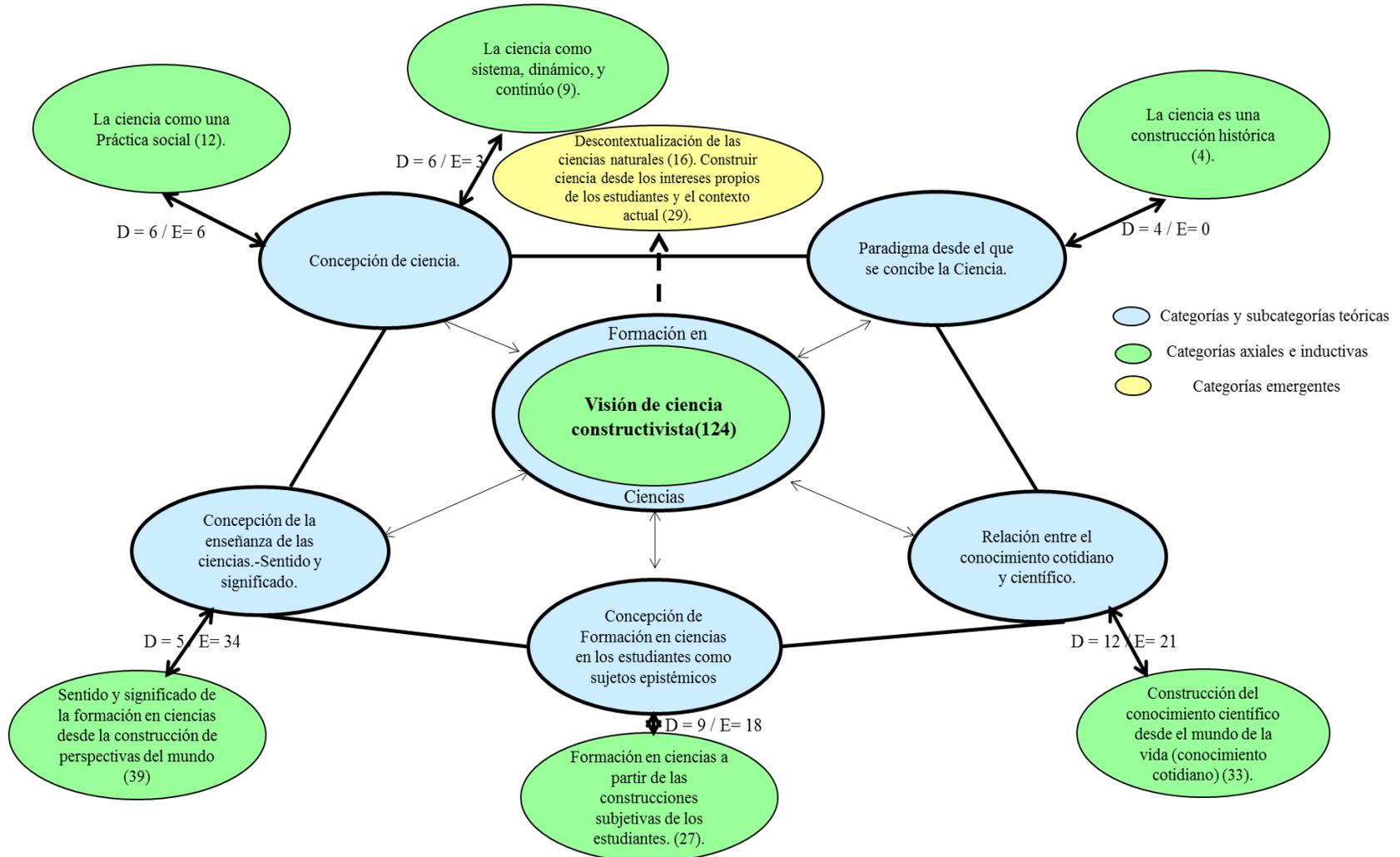
Desde esa lógica inductiva de la investigación, la triangulación de los instrumentos permite contrastar y comparar la información recolectada en cada uno de los instrumentos para interpretarla de manera clara e iniciar en el proceso de conceptualización, que como lo afirman Glaser y Strauss, 1967 citado en Sandoval (1996), “El propósito del método de comparación constante de unir codificación y análisis es generar teoría más sistemáticamente”(p.154), por lo cual este proceso de comparación de las categorías ya analizadas, de integrar las mismas y sus significados, permite delimitar la teoría y escribir la teoría a partir de dicho análisis desde diferentes ángulos con el fin de aumentar la validez, consistencia y pertinencia de los hallazgos (Okuda & Gómez, 2005).

De esta manera, se develan a continuación unos elementos orientadores que permiten enriquecer y fortalecer la relación entre el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en su Formación en Ciencias Naturales y los Resultados de la Evaluación Saber 11°, a partir de las dos (2) categorías teóricas que configuran el marco de análisis del objeto de estudio (Formación en ciencias y Evaluación en ciencias), las subcategorías teóricas y la síntesis de estas en el proceso de triangulación como categorías axiales (Visión de ciencia constructivista, Formación en ciencias desde el desarrollo de las competencias científicas y la Evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad), que dan el sentido y significado a la investigación.

4.3.1 Formación en ciencias. Desde esta categoría teórica de formación en ciencias se permite construir unos elementos fundamentales que fortalecen los marcos explicativos de los referentes teóricos nacionales en cuanto a los procesos de formación en ciencias naturales a partir del desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes y su evaluación. Estos elementos conceptuales se construyen desde los resultados del análisis del proceso de triangulación (Categorías teóricas, axiales, inductivas y emergentes) como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 16.

Elementos orientadores sobre la visión de ciencia constructivista



Fuente: Elaboración propia.

Uno de estos primeros elementos es que *la visión de ciencia constructivista* que se promulga en las propuestas educativas nacionales debe estar fundamentada desde un enfoque epistemológico, psicológico, pedagógico y didáctico, que no permita caer en el reduccionismo constructivista, ya que como lo sostiene Pozo (1996):

La idea central del constructivismo como epistemología o teoría del conocimiento debe dar lugar a teorías psicológicas del aprendizaje o el desarrollo que expliquen las diversas formas de construir conocimientos en escenarios concretos, de hacer mapas mentales de la realidad, diversidad que se produce no solo entre diversos sistemas cognitivos, sino incluso dentro de un mismo sistema de conocimientos. (p.130)

Y agrega que de lo contrario, este tipo de constructivismo permanecerá en un lugar común, en una brillante metáfora sin contenido psicológico, un universo conceptual en gran expansión y cuyo significado será cada vez más impreciso y vago. Por lo que se hace sumamente necesario construir fundamentaciones sólidas de la visión de ciencia constructivista, de la naturaleza del conocimiento propio de las ciencias naturales, de la construcción de los conocimientos de la ciencia y la forma de aprenderlos.

Además, otro elemento sobre esta visión de ciencia que se concibe en las propuestas nacionales como una *práctica social, como sistema, dinámico y continuo, de construcción histórica*, debe ser también una actividad experimentada por los estudiantes en el contexto escolar para que reconozcan el carácter relativo, evolutivo y sistémico de la naturaleza de la ciencia (Toulmin, 1977; citado por Porlán, 2018), donde no se desconozcan los problemas, las prácticas científicas y las controversias propias del desarrollo científico; y que ellos al igual puedan apreciar cada uno de estos momentos por los que atraviesa la ciencia y se cuestionen sobre el para qué se investiga lo que se investiga y al servicio de quién se debe realizar la actividad investigadora.

Una práctica humana que debe permitirse ser vivenciada por los estudiantes para que reconozcan y comprendan el quehacer científico, interactúen en esa construcción de conocimientos y encuentren una relación con la ciencia y a través de la ciencia, es decir, en los procesos de formación se concrete aquella relación de la que se habla en los referentes teóricos nacionales, entre el *conocimiento cotidiano* del estudiante, junto con sus actitudes y procedimientos que han logrado construir a lo largo de sus experiencias de vida, con el *conocimiento científico* propio de las ciencias naturales, dado que así por ejemplo lo sustentan

Pozo & Gómez (1992), al tratar sobre el aprender y enseñar ciencia, en el que afirman que “Sólo una relación entre estos diferentes niveles de análisis de la realidad, basada precisamente en su diferenciación, puede ayudar a los alumnos a comprender el significado de los modelos científicos y, desde luego, a interesarse por ellos” (p.12), y es por esto que para continuar desde una visión constructivista se hace sumamente necesario comprender cómo se aproximan los estudiantes a ese mundo de fenómenos naturales de su alrededor, sus procedimientos y actitudes, así como sus conceptos que son diferentes de los que requiere el aprendizaje de la ciencia.

Estos niveles de análisis de los estudiantes desde el mundo de la vida, están representados por significados de la realidad que han tenido un origen sensorial, cultural o escolar que determinan la naturaleza representacional de esas ideas – (Pozo & Cols, 1991; Russell, 1993 citado por Pozo & Gómez, 1992), por lo que los estudiantes son portadores de significados, capaces de reelaborarlos en las situaciones adecuadas, como *sujetos epistémicos*, siendo esta una expresión propia de Porlán (2018), al referir que además de ser sujetos epistémicos, los estudiantes son portadores de intereses, necesidades y emociones que construyen e identifican su identidad como sujetos que condicionan de manera determinante el proceso de aprendizaje; y es a partir de esta consideración constructivista que se permite enseñar una ciencia contextualizada, que no sea ajena al mundo propio del estudiante y al mundo de la vida, porque si se parte de los intereses, necesidades, capacidades de los estudiantes, de sus perspectivas del mundo, de su contexto social y cultural, estos se interesaran por aprender ciencia, reestructurando sus construcciones subjetivas hacia formas más complejas de conocimiento que resulten significativos para sus vidas.

Desde lo cual se promueve una cultura de educación científica acorde con los aportes de Porlán (2018), donde se “reduce con ello la capacidad formadora y transformadora de una cultura científica al servicio de la mayoría social, que promueva la resolución no estereotipada de problemas, el espíritu crítico, el placer del conocimiento, la intersubjetividad constructiva, etc.” (p.9), pero gracias a que se promueva en los proceso de formación en ciencias, una de las condiciones esenciales como lo es la motivación, ya que para (Freire 1975; citado por Porlán, 2018), “La motivación es dar sentido a lo que se hace. No hay nada más desmotivador y alienante que hacer sin saber lo que se hace, ni por qué ni para qué se hace” (p.11), lo que permitirá que el estudiante de sentido, implicación, participación y esfuerzo en su propio proceso de aprendizaje.

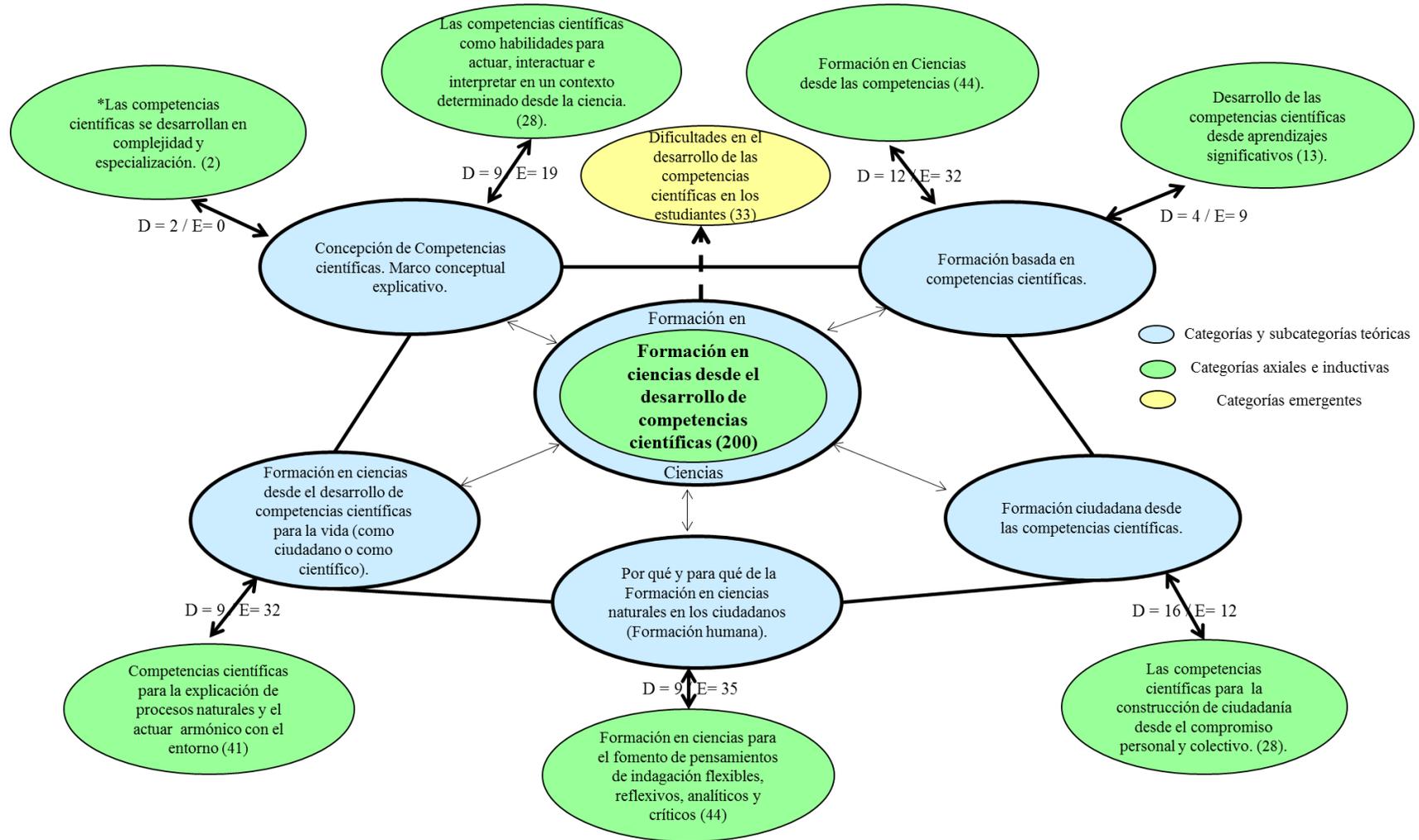
Son estos elementos los que permiten dar el *sentido y significado a la formación en*

ciencias desde una visión constructivista, que pase de una concepción superficial a una más compleja, siempre que estos elementos permitan cambios no parciales que tratan de mejorar lo existente, sino cambios profundos basados en formas de ver totalmente distintas al paradigma dominante. Un cambio que para Porlán (2018), desde su paradigma emergente no es posible solo desde nuestra área, sino un cambio educativo global, acorde con el paradigma de una educación científica coherente con los avances de la investigación y la innovación, que promueva “Una alfabetización científica crítica, desvelando los mitos y estereotipos sociales propios del pensamiento simplificador impulsando el enriquecimiento del conocimiento de la ciudadanía y el desarrollo de la inteligencia y la acción colectiva para el bien común” (Harlen, 2015; citado por Porlán, 2018), que además favorezca una democracia epistemológica donde el conocimiento no sea un instrumento de dominación social, sino un instrumento de construcción de ciudadanía y de desarrollo de la humanidad.

Desde esta misma categoría de formación en ciencias se develan otros elementos que pueden orientar el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en sus procesos de formación, a partir de esa visión constructivista como se presentan a continuación en el gráfico.

Gráfico 17.

Elementos orientadores sobre la formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas



Fuente: Elaboración propia.

Siendo uno de estos elementos el marco explicativo del concepto de competencias científicas que se pretende desarrollar en todos los estudiantes para que tengan una relación con sus vidas desde la ciencia, *un marco explicativo* que debe ser consistente y sustentado desde fundamentaciones epistemológicas, psicológicas, pedagógicas y didácticas acordes con los procesos de aprendizaje de los estudiantes, de manera que estas competencias científicas se desarrollen en complejidad y especialización, y las exigencias del mundo actual como lo manifiesta Hernández (2005), cuando se refiere a lo fundamental del desarrollo de las competencias en todo ciudadano “El ciudadano de hoy requiere una formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales. La enseñanza de las ciencias es parte esencial de la formación de ese ciudadano” (p.2). Entonces es fundamental que en la escuela se desarrollen las competencias necesarias para la formación de un modo de relación con las ciencias, y con el mundo a través de las ciencias acorde con el ciudadano en el mundo de hoy.

Por ello, es necesario que en los referentes teóricos nacionales se fundamente y apropie el concepto mismo de competencia científica que vaya más allá de una superficial comprensión, para no caer en conceptualizaciones reduccionistas, fragmentadas y descontextualizadas, donde no solo se entiendan como habilidades para actuar, interactuar e interpretar en un contexto determinado desde la ciencia, sino que se conciba desde dos referentes fundamentales como los expresa Hernández (2005), “Las ideas rectoras sobre la educación y sus fines. Las ideas sobre la naturaleza de los conocimientos científicos, sobre el modo como se producen y sobre su función social”(p.2), unos fines de la educación que se contemplan en los referentes teóricos nacionales sobre los procesos de formación en ciencias, pero que deben ser logrados a través de procesos educativos coherentes con la naturaleza de la ciencia, la construcción del conocimiento científico y su relevancia en el desarrollo de la sociedad, es decir, deben tener relación con la propuesta epistemológica, la visión de ciencia constructivista desde la que se orientan y permiten procesos dinámicos en torno a las relaciones sociales, contextuales, personales de quienes aprenden y la complejidad de sus aprendizajes.

Este marco explicativo de una *formación en ciencias basada en competencias* no se puede abordar desde un marco de descontextualización paradigmática, como lo afirma (Zubiría, 2002; citado por Tobón, 2005), sin tener como base criterios claros de referencia, sin reflexionar sobre la noción de teoría y el concepto de paradigma, ya que esto es lo que ha generado confusión,

dando lugar a que las competencias se vuelvan un listado totalmente arbitrario de lo que sea, donde los estudiantes ni siquiera reconocen las competencias científicas que logran desarrollar en su paso por la formación en ciencias, y aun cuando intentan emplearlas para enfrentarse a fenómenos naturales, encuentran grandes dificultades para explicar científicamente los fenómenos naturales, para usar comprensivamente el conocimiento científico en la solución de problemáticas y para hacer preguntas que orienten nuevas investigaciones.

Por lo que, es necesario que esta formación basada en competencias que integra los tres saberes (el saber ser con el saber conocer y el saber hacer) articulados en los referentes teóricos nacionales, sea un proceso desde un enfoque socio-formativo complejo como lo sostiene Tobón (2005), en el que se articulen los procesos cognoscitivos (ser-sensibilización, conocer-transferencia, hacer-desempeño), instrumentos (ser-afectivos, conocer-cognitivos, hacer- de actuación) y estrategias (ser-emocionales, conocer-cognitivas, hacer- actuacionales); y que además este proceso promueva nuevas formas de enseñar y de evaluar las ciencias, dando mayor énfasis a la valoración de los desempeños contextualizados a un determinado entorno.

Pero, que también esta propuesta como lo sugiere Tobón (2005), se integre con una política de gestión de calidad, que promueva verdaderamente el mejoramiento de la calidad de la educación y que también corresponda con un sistema de gestión y de evaluación de la calidad por parte del Estado, pertinente y coherente con el contexto en que se desarrollan los procesos educativos, para que de esta manera se asegure realmente la formación de competencias. Y entonces, desde este paradigma de competencias se asegure también un verdadero acercamiento a una formación en ciencias en los estudiantes que en *una relación con las ciencias les permita una formación de ciudadanía* que como se expuso anteriormente, el desarrollo de las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos para el mundo de hoy.

Unas competencias científicas que no sólo se refieran a la capacidad para adquirir y generar conocimientos, sino que mas allá como lo aporta Hernández (2005), cómo esta capacidad contribuye, a enriquecer y cualificar la formación ciudadana, ya que tiene un impacto en la vida y en la producción. Una formación de ciudadano que le permita a los estudiantes comprender lenguajes más elaborados de las ciencias para explicar e interpretar su entorno y participar en las decisiones sociales; un ciudadano “Reflexivo, analítico, autónomo, solidario, respetuoso, participativo, responsable, crítico y autocrítico, capaz de apropiarse y gozar la herencia cultural y emplearla productivamente para comprender y transformar el mundo” (Hernández, 2005, p.13);

de ahí que la ciencia sea un bien cultural cuyas acciones hacen posible la construcción permanente de la sociedad deseable.

Y por tanto, el *por qué y para qué de la formación en ciencias naturales* en los estudiantes encuentra sentido en el modo de que las ciencias naturales les permite comprender el mundo y actuar en él, es decir, como sistemas de conocimientos útiles para la vida, necesarios para la convivencia y el trabajo, que hacen habitable el mundo, por lo que las ciencias deben considerarse como escuelas de racionalidad que favorecen las formas de interpretación, argumentación y construcción colectiva, formas de crítica y autorreflexión y pautas de trabajo y cooperación. De manera que este sentido de la formación en ciencias basada en competencias no sólo debe considerarse y reflexionarse desde una evaluación de calidad- Prueba Saber 11° aplicada en un momento de la educación y sus resultados, sino como lo refiere Hernández (2005), debe ser pensada desde los propios transformadores de la educación “Los Maestros”, así también debe ser reflexionada de manera colectiva sobre las razones que llevan a pensar la educación desde esta de las competencias, sobre las orientaciones generales de esta elección, las condiciones generales de la implementación en los procesos de formación (enseñanza y aprendizaje) y de evaluación de la calidad de la enseñanza, así como las formas de participación de los actores educativos en las transformaciones que implique la elección de este enfoque; ya que continuar en este paradigma de competencias sólo es posible a través de un proceso colectivo de construcción y apropiación del mismo concepto.

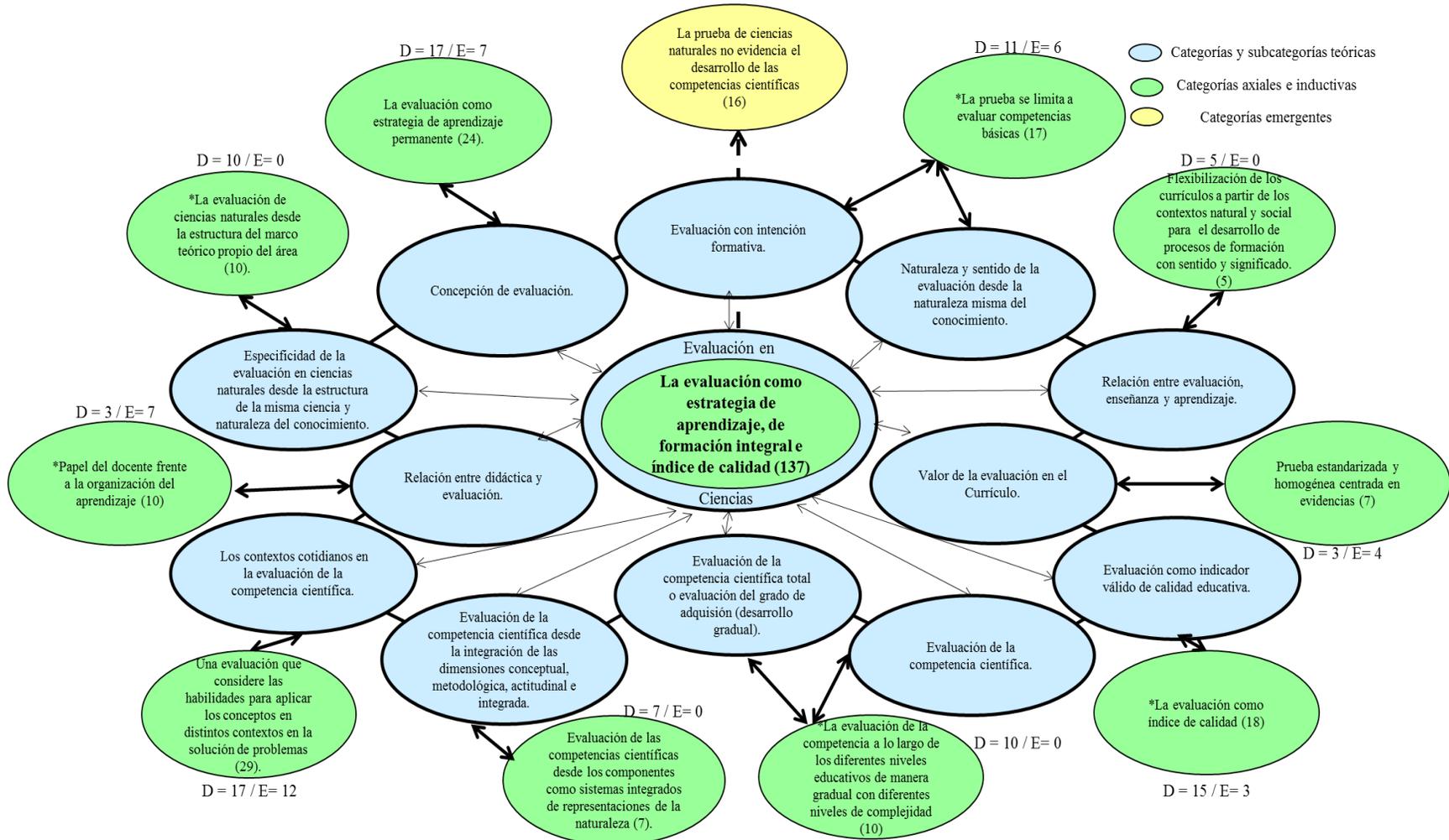
Con los elementos orientadores expuestos anteriormente se fortalecen los procesos de desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes para enfrentarse al *mundo de la vida* con capacidades y disposiciones que les hace posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones de su propio contexto, en las cuales se requiere producir, apropiar, explicar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos, a la vez que les permite mantener viva la capacidad de indagar y de seguir aprendiendo para iniciar nuevas investigaciones y producir nuevos conocimientos que permitan el desarrollo de la sociedad democrática, libre y justa. Una forma de comprender las competencias científicas desde ese paradigma emergente de la educación científica que promueve Porlán y que se enunció en párrafos anteriores, lo que permite el verdadero sentido y significado que tienen en la vida de los estudiantes si se consideran las ciencias como lo expresa Hernández (2005), “Como sistemas de conocimientos útiles para la vida y mapas para la acción y como escuelas de racionalidad o

prácticas paradigmáticas” (p.25).

4.3.2 Evaluación en ciencias. Ahora se develan los elementos surgidos desde el análisis de la categoría de evaluación en ciencias que favorecen los procesos de valoración del avance del desarrollo gradual, en complejidad y especialización de las competencias científicas en los estudiantes, los cuales se exponen en el siguiente grafico.

Gráfico 18.

Elementos orientadores sobre la evaluación en ciencias



Fuente: Elaboración propia.

Al igual, que uno de los elementos expuestos en párrafos anteriores sobre la necesidad de fundamentar el proceso de formación en ciencias desde el paradigma de las competencias científicas, también lo es para evaluar el desarrollo de las mismas, ya que las propuestas nacionales deben estar orientadas por referentes sólidos sobre los cuales se *conciben los procesos de evaluación* en la formación en ciencias naturales, que más allá de estar representados por un marco legal que los rijan y los estipule como procesos para evaluar la calidad educativa que es como aparecen en el Marco de Referencia para la evaluación (ICFES, 2019); sea una actividad crítica, permanente, procesual, continua e integral al servicio del conocimiento, del aprendizaje y de los intereses formativos, y que en palabras de Álvarez (2001), “Solo cuando aseguramos el aprendizaje podremos asegurar la evaluación, la buena evaluación que forma, convertida ella misma en medio de aprendizaje y en expresión de saberes.

Sólo entonces podremos hablar con propiedad de *evaluación formativa*” (p.2), que permita poner en práctica las competencias científicas desarrolladas en los estudiantes para que avancen en su apropiación y en la formación de su propio pensamiento, es decir, la evaluación sea un instrumento de aprendizaje para una formación en ciencias que oriente la calidad y pertinencia de lo que aprende el estudiante y la forma como aprende, así como se reconozcan las dificultades que encuentra y la naturaleza de las mismas, sus fortalezas y capacidades, en especial para generar nuevos aprendizajes.

Se requiere que en el Marco de referencia nacional para la evaluación educativa se expresen la *naturaleza y sentido mismo de la evaluación*, desde la naturaleza del conocimiento científico propio de las ciencias naturales, en el que se conciba la relación entre el conocimiento y la evaluación, que para Álvarez (2001), es importante porque el conocimiento debe ser el referente teórico que da sentido global al proceso de evaluación, y por ende desde allí se encuentra el sentido y significado de la misma, aludiendo que:

La evaluación esté estrechamente ligada a la naturaleza del conocimiento. Una vez esclarecida ésta, la evaluación debe ajustarse a ella si quiere ser fiel y mantener la coherencia epistemológica que le dé consistencia y credibilidad práctica, manteniendo la cohesión entre la concepción y las realizaciones concretas. (Álvarez, 2001, p.9)

Por lo que entonces debe estar también en coherencia con la visión de ciencia constructivista desde la que se orientan los procesos de formación en ciencias, de la interpretación del conocimiento que representan los referentes teóricos nacionales y del análisis

de las bases epistemológicas en las que las formas de evaluar se fundamentan, para que de esta manera la evaluación sea una herramienta que oriente la formación integral de los estudiantes y un instrumento válido de la calidad de la educación.

Por lo anterior, la evaluación educativa ha de estar fundamentada en la forma en que el estudiante aprende y la calidad de lo que aprende, para mantener su sentido desde la *relación entre los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación*, y en el que se reflexione a partir de sus marcos conceptuales, de los contextos sociales y culturales, al momento histórico y a los intereses a los que responden y en los que resulta; ya que en estas relaciones es en la que enfatiza Álvarez (2001), considerando que una buena enseñanza contribuye positivamente a un buen aprendizaje, y que una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje hacen una buena y coherente evaluación; y con ello una buena evaluación promueve una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje, que iluminará el camino para llegar a descubrir la *calidad de lo aprendido y la calidad del modo en que aprende el estudiante*, siendo esta “la evaluación que mira al valor agregado de la enseñanza como indicador válido de la calidad de la educación” (p.12). Por lo que entonces, esto exige un cambio en la concepción del currículum que conlleve a la vez a un cambio en la concepción de la enseñanza y del aprendizaje; lo que implica variaciones en el tratamiento de los contenidos y también en las formas de entender la evaluación y en los criterios por los cuales ha de ser evaluado aquello que se enseña y aquello que se aprende.

De manera que, si se orientan los procesos de formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas, se debe reconocer entonces una forma coherente de evaluación desde sus marcos conceptuales, desde la forma en que se conciben las competencias científicas, y donde se *valore el grado de competencia científica global* que tenga un estudiante, ya que este dependerá, de la validez y apropiación que tengan sus actuaciones en las situaciones problemáticas que tenga que afrontar de su vida cotidiana, implicando el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, de una manera integrada, como lo considera Cañal (2012), cuando trata sobre *¿Cómo evaluar la competencia científica?* y en el que además sostiene que “la competencia científica no es algo que se posea o no en términos absolutos, sino que su desarrollo es un proceso continuo en el que hay distintos grados, de forma que ésta podría y debería progresar a lo largo de la escolaridad y más allá de la misma” (p.6), por lo que Cañal cita a Yus y otros, para referirse que este grado de desarrollo de las competencias no es tenido en cuenta en algunas evaluaciones porque parecen atomizar la noción

de competencia, “alejándose con ello de la concepción holística original, al evaluar capacidades aisladamente, lo que posiblemente no permita mostrar con rigor el grado de adquisición por los estudiantes” (Cañal, 2012, p.6).

Entonces, es fundamental que desde esta perspectiva de competencias se reflexione y apropie sobre los aportes de Cañal, en cuanto se permita promover el *diseño de alternativas didácticas y procesos de evaluación válidos* para lograr el avance de la competencia científica a través del “desarrollo de aprendizajes con alto nivel de significatividad, integración y funcionalidad- nivel SIF” (Cañal, 2012, p.6), dando prioridad a las metas, procedimientos, instrumentos e indicadores de referencia pertinentes para promover el nivel SIF de los conocimientos que se construyen en el aula, cuyas capacidades dependen del avance de la competencia científica, que para Cañal (2012), están organizadas “en función de cuatro dimensiones interrelacionadas: *conceptual, metodológica, actitudinal e integrada*” (p.6). Una *dimensión conceptual* que incluye la capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales; de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas; y de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.

Una *dimensión metodológica* que agrupa la capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación; de obtener información relevante para la investigación; de procesar la información obtenida; y de formular conclusiones fundamentadas. Una *dimensión actitudinal* que relaciona la capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla; de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales; de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales. Una *dimensión integrada* que refiere la capacidad de los estudiantes para utilizar en forma integrada las anteriores capacidades que les permitan dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del estudiante (Cañal, 2012).

Otro elemento orientador que permite fortalecer la relación entre el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes y su evaluación, son los aportes del Modelo de evaluación multidimensional de los aprendizajes en ciencias naturales que propone Tovar (2003), cuando afirma que:

Hablar de Evaluación en Ciencias exige construir referentes y visiones que no se queden en lo general de la misma evaluación, sino que respondan de manera específica a la estructura de las ciencias. Ahora bien, es de esperar que, en la Evaluación en Ciencias, como uno de los campos problemáticos de la Didáctica de las Ciencias Naturales, también se generen referentes específicos. (p.259)

Es decir, la evaluación en ciencias esté soportada desde una especificidad epistemológica y sea campo de reflexión de la didáctica de las ciencias que abarque varias dimensiones desde la naturaleza misma de la evaluación, desde lo que históricamente se ha privilegiado en la evaluación en ciencias, desde su promoción en el cumplimiento de los objetivos de la educación en ciencias, y otras dimensiones que se relacionan en las ciencias y que por tanto deben hacer parte de la didáctica y la evaluación.

Más aun, estos aportes de Tovar son fundamentales para enriquecer aquella visión de ciencia constructivista que se promulga en las propuestas educativas nacionales, ya que cuando retoma los aportes de Gallego & Pérez (1997) sobre la *versión epistemológica constructivista*, en la que proponen analizar aspectos acerca de la construcción de representaciones de conceptos, fenómenos y teorías que consigue el sujeto, las cuales se resignifican en la interacción con sus pares, de manera que el sujeto al interactuar debe dar nuevos significados a sus representaciones y negociar con el contexto social, económico, político y cultural. Una versión epistemológica que se extiende en el concepto de aprendizaje, ya que los autores definen que “no solo se deben buscar cambios de tipo conceptual en el aula, sino que se debe buscar el cambio en las Estructuras Conceptuales, Metodológicas, Actitudinales y Axiológicas ECMAA’s del sujeto” (Gallego & Pérez, 1997, p.261).

Así mismo, esta propuesta se fundamenta en los aportes de Ladino (2007) sobre la construcción de la autonomía, la formación integral y el aprendizaje, a través de la misma evaluación; y los mismos aportes del Ministerio de Educación Nacional, en sus Estándares Básicos de Competencias, los cuales evidencian que se requiere de una didáctica y evaluación que abarquen aspectos conceptuales más complejos (relación entre disciplinas), aspectos de procedimiento y aspectos de acción como persona y como sociedad.

Considerar entonces la evaluación como una de las líneas de investigación de la didáctica como disciplina, en la que se permita integrar las dimensiones de la evaluación en ciencias naturales, son los aportes claves de Tovar desde su propuesta multidimensional; una evaluación

que abarque una *dimensión conceptual* desde los principios constructivistas y aprendizaje significativo; una *dimensión administrativa- metodológica* que relacione las formas de abordar situaciones o problemas; una *dimensión actitudinal* para interesar a los estudiantes por la ciencia; una *dimensión comunicativa* que les permita a los estudiantes construir y presentar informes, artículos, la puesta a consideración pública de resultados y la discusión entre pares y comunidades; una *dimensión histórico-epistemológica* que reconozca los imaginativos y actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, una evaluación de la imagen de ciencia con que llegan los estudiantes al aula, las actitudes que presentan frente al conocimiento científico, y, a partir de ello, la regulación de la construcción o cambio de esa concepción de la naturaleza del conocimiento científico.

Así mismo, desde esta propuesta de Tovar se permite orientar una *evaluación de las ciencias naturales como sistema con carácter integrador*, que abarque todas las dimensiones, “todos estos componentes como un todo, como un único sistema integrado” (pág. 268), y con ello transformar las concepciones y prácticas evaluativas, en torno, a momentos para implementarla, instrumentos, criterios e indicadores definidos, sentido y utilidad de los resultados; que favorezca la posibilidad de reflexionar y valorar las acciones, aprendizajes, habilidades y actitudes; en la posibilidad de analizar críticamente los modelos pedagógicos y didácticos, así como en la reflexión y transformación de la misma evaluación; por lo que desde la esencia misma de la evaluación “es posible regular, retroalimentar, re-definir, tomar decisiones, re-formular, aprender, conocer y reconocer” (Ladino & Tovar, 2007, p.269). Esta evaluación en ciencias naturales demanda la especificidad de la misma disciplina, los aspectos propios de los sujetos que le reconocen su personalidad, formas de proceder y de pensar, así como condiciones ambientales, geográficas, culturales, sociales y políticas que hacen parte de la realidad de los grupos, los pueblos, las naciones y regiones, lo que no admite una concepción y práctica estandarizada y universal de la evaluación.

Por lo anterior, a partir de la propuesta didáctica de dar contexto al conocimiento científico y enfrentar a los estudiantes a la solución de problemas relevantes de su propio contexto, se llega a una propuesta evaluativa; y en consecuencia, cómo el modelo evaluativo regula y dirige la propuesta didáctica; evidenciando la íntima relación entre didáctica y evaluación, entre enseñanza, aprendizaje y evaluación.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los Referentes teóricos nacionales para la formación en ciencias naturales no se consolidan en bases epistemológicas, psicológicas, pedagógicas y didácticas, coherentes y pertinentes con el sentido y significado del desarrollo de las competencias científicas que se pretende lograr en los estudiantes, así como la forma de evaluar su avance y la calidad en la apropiación de las mismas, por lo que se requiere de reflexiones sobre su horizonte, sus prácticas, y el impacto que realmente deben tener en los estudiantes para sus vidas como ciudadanos o como futuros productores de conocimiento, así como en respuesta a las exigencias en ciencia, tecnología y sociedad del mundo actual.

Al no encontrarse una apropiación y claridad en la estructura conceptual de la misma perspectiva de competencias científicas en los referentes nacionales, se espera entonces no encontrar su razón de ser en los procesos de formación en ciencias en los estudiantes, ya que en sus discursos no reconocen claramente las capacidades que lograron desarrollar en su paso por la educación en ciencias naturales, además se evidencia la capacidad que tienen para explicar fenómenos naturales desde la ciencia, pero encuentran dificultades para usar comprensivamente el conocimiento científico en la solución de problemáticas, y más aún para emplear la capacidad de indagación que les permita iniciar nuevas investigaciones en un contexto determinado y puedan dar respuesta a esas preguntas o para proponer otras nuevas.

El examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11° no permite valorar y reflexionar el grado de desarrollo de las competencias científicas, ya que como se evidenció, las características del mayor nivel de desempeño (4) en los resultados de los estudiantes no tienen estrecha relación con las capacidades y dificultades identificadas al momento de responder a situaciones propias del contexto actual, por lo que los marcos de referencia para la evaluación en ciencias necesitan ser fundamentados desde la visión de conocimiento que sustentan las propuestas educativas nacionales, de la interpretación del conocimiento que representan, del análisis de las bases epistemológicas en las que las formas de evaluar se fundamentan, de los intereses formativos, y de la teoría psicológica de aprendizaje que los orienta, para que se valore como instrumento de aprendizaje e índice de calidad de los procesos educativos.

El grado de desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes se alcanza a través de aprendizajes con alto nivel de significatividad, integración y funcionalidad, que se complejizan y avanzan desde una evaluación multidimensional y sistémica de carácter integrador que abarque las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal, integrada, comunicativa e histórica, que exige además una especificidad epistemológica para construir referentes y visiones que trasciendan la generalidad de la misma evaluación y respondan de manera específica a la estructura de las ciencias, es decir, la evaluación en ciencias debe ser pensada como uno de los campos problémicos de la Didáctica de las Ciencias Naturales, en la que se permita analizar además aspectos propios de los sujetos que le reconocen su personalidad, formas de actuar y de pensar, así como las condiciones ambientales, geográficas, culturales, sociales y políticas que hacen parte de la realidad de esos mismos sujetos, con lo cual no se admite una concepción y práctica estandarizada y universal de la evaluación.

5.2 Recomendaciones

En el capítulo de resultados se develan unos elementos orientadores para los procesos de formación en ciencias naturales y su evaluación, que permiten reconceptualizar y fortalecer sus marcos explicativos en torno a la visión de ciencia que fundamenta la construcción de conocimiento, la naturaleza y pertinencia del desarrollo de las competencias científicas, y el sentido y significado de la evaluación como instrumento de aprendizaje e índice de la calidad educativa.

Este enfoque de desarrollo de competencias científicas en los estudiantes necesita dar prioridad a las metas, procedimientos, instrumentos e indicadores de referencia pertinentes para promover una apropiación de las competencias con sentido, significado, integralidad y funcionalidad en los aprendizajes de los estudiantes, por lo que no solo se requieren de estrategias de enseñanza y de evaluación habituales, sino el diseño de alternativas didácticas y procesos de evaluación válidos que permitan lograr el avance gradual de la competencia científica.

La evaluación del desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes se debe considerar no solo en la prueba saber 11°, sino que debe permitirse valorar de manera continua y permanente en los procesos educativos orientados por los maestros como los propios transformadores de la educación, además debe ser reflexionada colectivamente sobre las razones que llevan a pensar la educación desde esta perspectiva de competencias, sobre las orientaciones generales de esta elección, las condiciones generales para su implementación en los procesos de

formación y de evaluación de la calidad de la enseñanza y sobre las formas de participación de los actores educativos en las transformaciones que implique la elección de este enfoque, ya que para continuar con este paradigma de competencias sólo es posible a través de un proceso colectivo de construcción y apropiación del mismo concepto, en el que participen tanto los organismos responsables de las políticas educativas, los teóricos de la educación y los maestros de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, D. J. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(3), 282- 301.
- Adúriz, A. & Aymerich, M. I. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130- 140.
- Aguayo, C. C. (1992.). Fundamentos Teóricos de la Sistematización. *Revista de Trabajo Social*, 61(4), 31-36.
- Albán, S. O. (2010). *Metodologías didácticas aplicadas por los docentes en las ciencias naturales para el desarrollo de destrezas básicas* [tesis de maestría, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Repositorio Institucional UTE. http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/12041/41598_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alonso, M., Gil Pérez, D. & Martínez, J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las Ciencias. *Investigación en la Escuela*. 2(30), 15- 26. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59727/Evaluar%20no%20es%20calificar.%20La%20evaluaci%3b3n%20y%20la%20calificaci%3b3n%20en%20una%20ense%3b1anza%20constructiva%20de%20las%20ciencias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Álvarez, M. J. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Morata, S.L.
- Arias, F. G. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. . Caracas: Episteme, C.A.
- Barrios, P. N. & Lozano, V. M. (2018). Análisis de la competencia científica- explicación de fenómenos como punto de partida para fortalecer la enseñanza de las ciencias naturales, con estudiantes del grado 5° de la IE central- Sede San Carlos del municipio de Saldaña-Tolima. *Didáctica de las ciencias*, 4(88), 80- 85.
- Bravo, B., Pesa, M. & Pozo, J. I. (2012.). La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias. Un estudio sobre qué, cuándo y cuánto aprenden los alumnos acerca de la visión. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(3), 109- 132.
- Campanario, J. M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Investigación Didáctica*, 2(4), 179- 192.

- Canel, P. (2013). *El enfoque C.T.S. en la enseñanza de las ciencias* [tesis de maestría, Universidad de Cantabria]. Repositorio Institucional UC. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/2856/CanelFernandezPatricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la Competencia Científica? *Investigación en la Escuela*, 2(78), 5-17.
- Cañal, P. (2012.). ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 10(72), 75-83.
- Castro, S. A. & Ramírez, G. R. (2013). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Competencias Científicas. *Amazonía Investiga*, 1(2), 30-53.
- Chamizo, J. A. & Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias: perspectivas iberoamericanas*, 2(3), 9-19.
- Chamizo, J. A. & Pérez, Y. (2017). Sobre la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 23- 40.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Teoría. Ciencia, artes y humanidades*, 7(4), 61-71.
- Congreso de la República de Colombia. (1994, 8 de febrero). Ley 115. *Por la cual se expide la ley general de educación*. Diario Oficial 41.214. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (2009, 13 de julio). Ley 1324. *Por la cual se fijan parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del Estado y se transforma el ICFES*. Diario Oficial 47.409. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-210697.html>
- Constitución Política de Colombia*. (1991). *Gaceta Constitucional n.º 116*. Bogotá: Asamblea Nacional
- Coronado, B. M. & Arteta, V. J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de ciencias naturales. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, 2(4), 131- 144.

- Cuevas, A. H. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1)187-200.
- De la Reguera, E. F. (2013). *Estrategias docentes en secundaria: una experiencia de aprendizaje cooperativo en ciencias naturales* [tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. Repositorio Institucional UV. <http://pedrochico.sallep.net/18%20Aprendizaje%20Cooperativo/04%20Ejercicios%20por%20materias/04B%20Cient%3%ADficas/13%20Experiencia%20A.c.%20ciencias%20natauales.pdf>
- Delord, G. C. & Porlán, R. (2018). Del discurso tradicional al modelo innovador en enseñanza de las ciencias: obstáculos para el cambio. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 35(5), 77-90.
- Delors, J. (2010). *La Educación encierra un tesoro. Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*: Madrid: UNESCO.
- Díaz, A. C. (2016). *Prueba PISA: un análisis desde las habilidades básicas* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1005/TO-20650.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Figueredo, Y. D. (2016). *Análisis documental de dos proyectos curriculares en ciencias naturales de profesores de preescolar y primaria* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1001>
- Fuentealba, A. C. (2017). *Descripción de las prácticas evaluativas de las profesoras de Lenguaje y Comunicación para evaluar la comprensión lectora de estudiantes de 4° básico de establecimientos municipales de la Comuna de Hualpén* [tesis de maestría, Universidad Católica de la Santísima Concepción]. Repositorio Institucional UCSC. <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1244/Alejandra%20Fuentealba%20Leal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Furió, C. (1994.). Tendencias Actuales en la Formación del Profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Investigación y Experiencias Didácticas*, 41(8), 188-199.
- Gadamer, H. G. (1993). *Verdad y método. Hermeneia 7. Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Salamanca: Sígueme.

- Gallardo, K. E., Valdés, D. E. & Álvarez, N. (2015). Las prácticas de evaluación del aprendizaje en relación con los estándares internacionales: un estudio exploratorio. *Innovación educativa*, 15(68), 117-133.
- Gallego, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 301-319.
- García, P. E., González, G. J., López, C. J., Luján, J. L., Gordillo, M. M. & Osorio, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- García, S. (2015). *Metodologías didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en zonas rurales del municipio de Obando – Valle del Cauca* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53550/Tesis%20Sair.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gellego, L. J. & Juncá, C. M. (s.f.). *Fuentes y Servicios de Información*. Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya.
- González, A. G. & Martínez, C. L. (2019). Las ciencias naturales desde la perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: Una propuesta reflexiva para el aprendizaje de la química. *Revista Conrado*, 15(4), 205-212.
- Hernández, C. A. (2005). *¿Qué son las Competencias Científicas?* Bogotá: Foro Educativo Nacional.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill
- Herrera, R. D. (2010). Husserl y el Mundo de la Vida. *Franciscanum*. 52(153), 247- 274.
- Hidalgo, E. E. (2011). *Habilidades del pensamiento en las ciencias naturales* [tesis de maestría, Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio Institucional UEM. <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/1473/HABILIDADES%20DEL%20PENSAMIENTO%20EN%20LAS%20CIENCIAS%20NATURALES.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Hoyos, E. J. & Hoyos, J. A. (2017.). *Enseñanza y evaluación de las ciencias naturales para desarrollo de las competencias científicas bajo la dirección de la Universidad de Córdoba* [tesis de licenciatura, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional UC.

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1008/TESIS%20DE%20GRADO%20-%20ENSE%20C3%91ANZA%20Y%20EVALUACION%20DE%20LAS%20CIENCIAS%20NATURALES%20PARA%20DESARROLLO%20DE%20LA%20COMPETENC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2015). *Matriz de Referencia. ¿Qué aprendizajes evalúan las Pruebas Saber? -Ciencias Naturales*. Bogotá: ICFES.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2017). *Informe Nacional de Resultados. Colombia en PISA 2015*. Bogotá: ICFES.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2019). *Marco de Referencia de la Prueba de Ciencias Naturales Saber11°*. Bogotá: ICFES.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2019). *Informe Nacional de Resultados del Examen Saber 11° 2018*. Bogotá: ICFES.

Martínez, M. (2004). *Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa*. México: Trillas S.A. de C.V.

Medina, A. E. & Salazar, J. (2015.). *Implementación del proyecto pro-saber 11 en el grado 11° del colegio Ekklesia para fortalecer las competencias que se evalúan en la prueba saber 11-2015 y lograr un desempeño medio-alto en las pruebas de estado* [tesis de licenciatura, Corporación Universitaria Adventista]. Repositorio Institucional CUA. http://repository.unac.edu.co/bitstream/handle/11254/483/_Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Melchor, A. J. & Martínez, R. A. (2002). Los sistemas de Investigación en México. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 14(5), 180-189.

Merlo, V. J. (2010). *Las fuentes de información generales*. (J. Merlo, trad). Universidad de Salamanca.

Ministerio de Educación Nacional. (1980). *Decreto N° 2343 de 1980. Los exámenes de estado para el ingreso a la educación superior*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Evaluar y promover el mejoramiento*. Bogotá:

Altablero.

Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Decreto 1290 Evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes en los niveles de educación básica y media*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Decreto N° 869 de 17 de marzo de 2010. Examen de Estado de la Educación Media, ICFES SABER 11°*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ochoa, M. (2018). *Ranking 2018. Promedio Ponderado*. Bucaramanga: Milton Ochoa.

Ochoa, M. (2019). *Ranking 2019. Promedio Ponderado*. Bucaramanga: Milton Ochoa.

Okuda, B. M. & Gómez, R. C. (2005). Metodología de Investigación y Lectura Crítica de Estudios. Métodos de Investigación Cualitativa: Triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. Paris: OECD.

Petro, R. M. (2017). Evaluación de aprendizajes por competencias científicas en el área de ciencias naturales y educación ambiental del grado 7 de la IE José Miguel de Restrepo y Puerta municipio de Copacabana. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

Repositorio

Institucional

UNC.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60233/78699636.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Porlán, R. (2018). *Didáctica de las ciencias con conciencia*. Sevilla: Enseñanza de las ciencias.

Pozo, J. (1996). No es oro todo lo que reluce ni se construye (igual) todo lo que se aprende: contra el reduccionismo constructivista. *Anuario de Psicología*, 4(23), 127-139.

Pozo, M. J. & Gómez, M. A. (1992). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata, S.L. .

Rodrigo, L. (2013). *El bajo rendimiento escolar de los estudiantes argentinos en el programa PISA en los años 2000 y 2006* [tesis de maestría, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional UCM. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/22760/1/T32153.pdf>

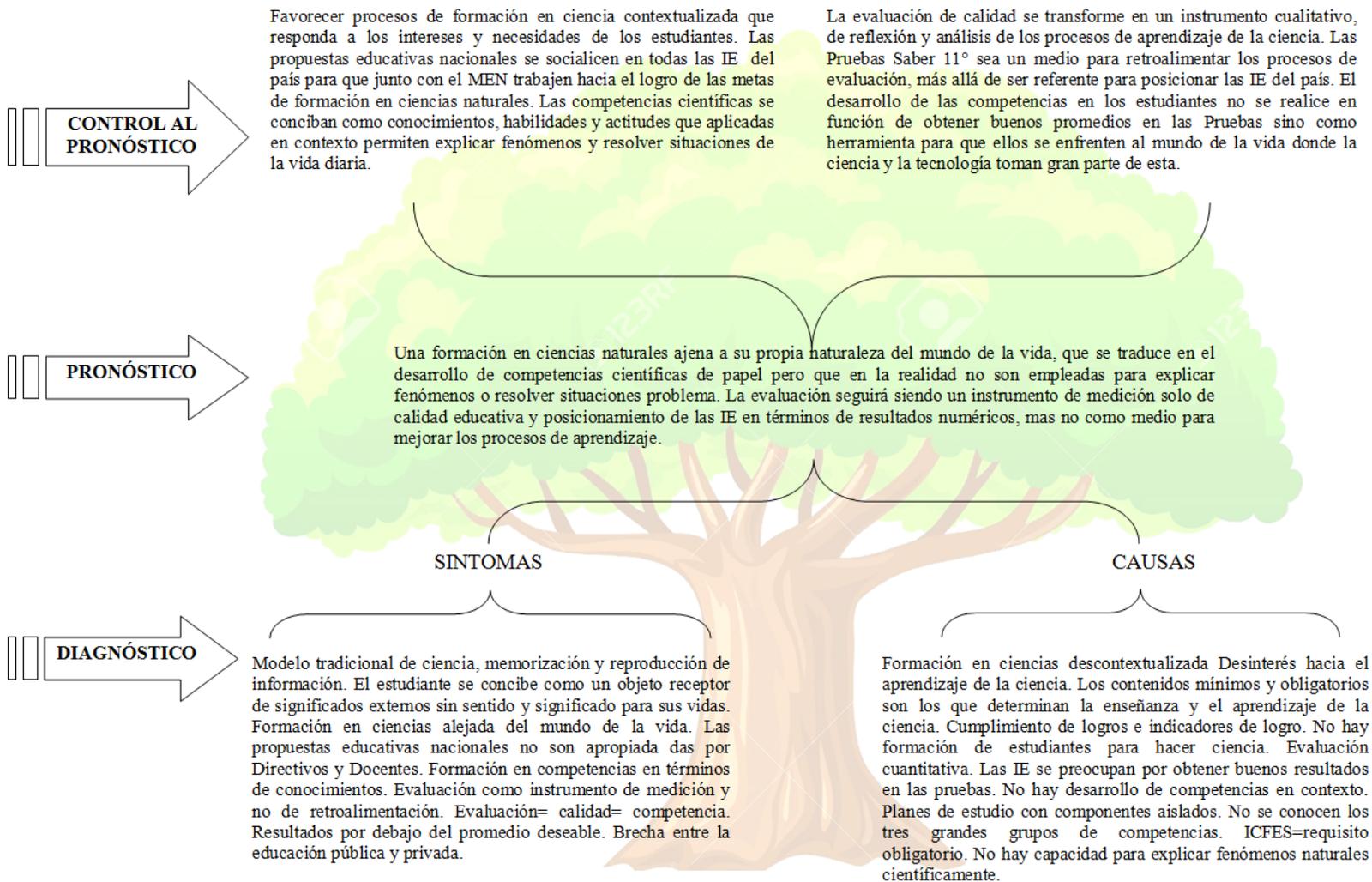
- Rodríguez, L. M., Gutiérrez, F.A. & Molledo, J. (1992). Una propuesta integral de Evaluación en Ciencias. *Investigación y Experiencias Didácticas. Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 254-276.
- Ruíz, B. C. (2008). El Enfoque Multimétodo en la Investigación Social y Educativa: Una Mirada desde el Paradigma de la Complejidad. *Revista de Filosofía y Socio Política de la Educación*, 7(8), 13-28.
- Salamanca, M. X. & Hernández, S. C. (2018). Enseñanza en Ciencias: La investigación como estrategia pedagógica. *Revista Ciencia, Tecnología, Sociedad. Trilogía*, 3(7), 133-148.
- Salazar, J. M. (2017). Análisis de las concepciones y condiciones inherentes a la práctica evaluativa en la escuela. *Dialnet*, 2(4), 639.
- Salgado, A. C. (2007.). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Scielo Perú. Liberabi*, 2(11), 71-78. .
- Sánchez, D. C. (2012). *Formación de competencias investigativas en las y los estudiantes de la asignatura de ciencias naturales de tercer curso de ciclo común en el Instituto Gabriela Núñez* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://www.cervantesvirtual.com/obra/maestria-en-educacion-en-ciencias-naturales-con-orientacion-en-la-ensenanza-de-la-quimica/>
- Sánchez, M. L., González, A. J. & García, M. A. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(6), 10-28.
- Sandoval, C. A. (1996). *Investigación Cualitativa*. Bogotá: COPYRIGHT: ICFES.
- Santos, M. A. (1993). La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora. *Revista Investigación en la Escuela*, 20(2), 23-35.
- Schettini, P. & Cortazzo., I. (2015). *Análisis de datos cualitativos en la investigación social. Procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa* [tesis de grado, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio Institucional UNP. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/49017/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Solbes, J., Montserrat, R. & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 4(5), 91-117.

- Taylor, S. J. & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Barcelona: PAIDOS.
- Tobón, S. (2005). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá: ECOE.
- Tobón, S., Prieto, J. H. & García., J. A. (2010). *Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias*. México: Pearson Educación.
- Torres, A., Mora, E., Garzón, F. & Ceballos, N. C. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. Un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño*, 4(5), 187-215.
- Tovar, J. C. (2003). Propuesta de Modelo de Evaluación Multidimensional de los Aprendizajes en Ciencias Naturales y su Relación con la Estructura de la Didáctica de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(12), 259-273.
- Turpo, O. (2013). Posicionamiento de los docentes de ciencias en la evaluación de los aprendizajes: una aproximación a sus subjetividades. *Educación química*, 2(2), 230-236.
- Vasilachis, I. V. (1997). El pensamiento de Habermas a la luz de una metodología propuesta de acceso a la teoría. *Revista Estudios Sociológicos*, 15(43), 79-107.
- Vásquez, E., Becerra, A. & Ibáñez, S. X. (2013). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. *Revista científica*, 5(3), 77-86.
- Vielma, E. & Salas, M. (2000). Aportes de las teorías de Vigotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo. *Educere*, 3(9), 30-37.
- Yus, R. R., Fernández, N. M., Gallardo, G. M., Barquín, R. J., Sepúlveda, R. M. & Servan, N. M. (2011). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360(5), 1-16.
- Zambrano, A. D. (2014). *Prácticas evaluativas para la mejora de la calidad del aprendizaje: Un estudio contextualizado en la Unión-Chile* [tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona].
Repositorio Institucional UAB.
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/284147/azd1de1.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1. Árbol de problemas

ANÁLISIS DEL PROBLEMA



Anexo 2. Matriz metodológica

 DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES EN LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES FRENTE A LA RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DEL EXAMEN DE ESTADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN MEDIA, SABER 11°.							
Objetivo General: Comprender el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° 2019 en el Municipio de Cúcuta.							
Pregunta Científica: ¿Cómo se puede evidenciar el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° en el Municipio de Cúcuta?							
Preguntas específicas	Objetivos específico	Tareas científicas	Técnicas de recolección	Instrumentos de recolección	Fuentes	Resultados esperados	Cronograma
¿Cómo Analizar los Referentes Teóricos Nacionales para el desarrollo de las Competencias Científicas en Ciencias Naturales y su evaluación?	Analizar los Referentes Teóricos Nacionales para la Formación en Ciencias Naturales que permitan configurar un Marco de Análisis entre los Resultados de la Evaluación Saber 11° y el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes.	Construcción de la matriz documental.	Análisis documental	Matriz de análisis documental	Lineamientos Curriculares Estandares Básicos de Competencias	Estructura de la matriz documental.	Abril- Mayo
		Análisis de los referentes nacionales a través de la matriz documental.	Análisis documental	Matriz de análisis documental	Matriz de Referencia Derechos Básicos de Aprendizaje Marco de Referencia Prueba Saber 11	Obtener una síntesis a través de categorías inductivas, axiales y emergentes.	Junio- Julio
		Triangulación de la matriz documental con los referentes teóricos.	Triangulación.	Codificación y categorización.	Marco de Referencia Prueba PISA	Categorizar las unidades de análisis mas importantes.	Agosto
¿Cómo reconocer los procesos de apropiación y desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta?	Reconocer el desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.	Análisis de los resultados de la triangulación para la construcción del guión de entrevista.	Triangulación.	Categorización.	Estudiantes con mejores puntajes en la Prueba en Ciencias Naturales- 2019 (10)	A partir de la categorización construir las preguntas del guión de entrevista.	Agosto
		Selección de los participantes claves para la aplicación de la entrevista.	Revisión y selección.	Guión de entrevista.		Seleccionar a los mejores estudiantes con resultados de las Pruebas Saber 11°- 2019 en Ciencias Naturales de la Ciudad	Septiembre
		Aplicación de la entrevista a los participantes claves.	Entrevista semiestructurada.	Guión de entrevista.		Reconocer la apropiación y desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes.	Septiembre.
¿Cómo construir elementos orientadores que fortalezcan la relación entre los procesos Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en su Formación en Ciencias Naturales y los Resultados de la Prueba Saber 11°?	Develar elementos orientadores que permitan fortalecer la relación entre el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en su Formación en Ciencias Naturales y los Resultados de la Evaluación Saber 11°.	Triangulación de los instrumentos de la matriz documental y entrevista, junto con los referentes teóricos.	Triangulación.	Sistematización.	Triangulación.	Comprender el Desarrollo de las Competencias Científicas en la Formación en Ciencias Naturales en los estudiantes y su relación con los resultados de las pruebas.	Octubre
		Construcción de los elementos orientadores a partir del análisis de los instrumentos.	Conceptualización.	Sistematización.		Develar elementos orientadores que fortalezcan los procesos de Formación en Ciencias Naturales y su evaluación.	Noviembre

Anexo 3. Carta solicitud validación de instrumentos - matriz de análisis documental

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

El presente instrumento busca validar mediante expertos (académicos investigadores) en el campo de la Educación, la “Matriz documental” para analizar los Referentes Teóricos Nacionales relacionados con el desarrollo de las Competencias Científicas en Ciencias Naturales en los estudiantes que permitan configurar un Marco de Análisis entre los Resultados de la Evaluación Saber 11° y la apropiación y desarrollo de las competencias científicas. Este instrumento se aplicará para conseguir el primer objetivo del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en la formación en ciencias naturales frente a la relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11°”, realizado por las Licenciadas Adriana Milena Escalante Ortiz y Yadira Eugenia Guarín Blanco, que cursan el tercer semestre del programa de Maestría en Educación (Cohorte XI) de la Universidad Simón Bolívar.

Solicitamos de manera respetuosa leer el instrumento y luego en la matriz de validación que encontrará al final del mismo, marcar con una equis (x) su criterio, teniendo en cuenta que en la matriz de validación encontrará tres criterios de evaluación generales de la categorización para la matriz de análisis documental: Relevancia, complementariedad y especificidad. (Romero Chaves, 2005).

- ✓ Relevancia: El sistema de categorías debe contemplar las posibilidades o alternativas de variación. Por lo tanto, puede quedar excluido del sistema algunas y estas dependerán del diagnóstico y la realidad encontrada.
- ✓ Complementariedad: Es importante tener en cuenta que en el problema o fenómeno estudiado abre un abanico de categorías para su estudio que a su vez permiten complementarse con el objeto de profundizar o ahondar sobre cada categoría.
- ✓ Especificidad: Se especializa en un área específica concreta y delimitada “Cada categoría comporta un campo temático”

En este sentido, a cada indicador (Relevancia, complementariedad y especificidad), debe asignarle una apreciación cualitativa teniendo en cuenta los códigos Bueno (B), Regular (R) y Deficiente (D). La definición de cada código se presenta en el cuadro N° 1.

Cuadro 1: Apreciación cualitativa de los códigos.

CÓDIGO	APRECIACIÓN CUALITATIVA
B	BUENO: El criterio se presenta en grado igual o ligeramente superior al mínimo aceptable.
R	REGULAR: El criterio no llega al mínimo aceptable, pero se acerca a él.
D	DEFICIENTE: El criterio está lejos de alcanzar el mínimo aceptable.

Fuente: Palella y Martins, 2010, p. 162.

A continuación, se presenta la matriz para la validación de los criterios de la Matriz Documental:

Cuadro 2: Matriz de Evaluación de criterios por juicio de expertos.

Criterio	APRECIACIÓN CUALITATIVA									Observación
	B	R	D	B	R	D	B	R	D	
Relevancia										
Complementariedad										
Especificidad										

Observaciones generales y sugerencias:

EVALUADOR
Nombres y Apellidos:
Formación Académica:
Cargo:
Fecha y Hora

Anexo 4. Carta solicitud validación de instrumentos - guión de entrevista semiestructurada

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

El presente instrumento busca validar mediante expertos (académicos investigadores) en el campo de la Educación, el “Guión de Entrevista Semiestructurada” del Proyecto de Investigación titulado “Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° 2019 en el Municipio de Cúcuta, con el fin de lograr el segundo objetivo específico de la misma, “Reconocer los procesos de apropiación y desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores promedios en los resultados de la Evaluación Saber 11°- 2019 en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta”. Este instrumento es construido por las Licenciadas Adriana Milena Escalante Ortiz y Yadira Eugenia Guarín Blanco, que cursan el tercer semestre del programa de Maestría en Educación (Cohorte XI) de la Universidad Simón Bolívar, a la luz de la síntesis del análisis documental de los Referentes Teóricos Nacionales relacionados con el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

Solicitamos de manera respetuosa leer el instrumento y luego en la matriz de validación que encontrará al final del mismo, marcar con una equis (x) su criterio, teniendo en cuenta que en la matriz de validación encontrará tres indicadores de evaluación a cada pregunta: pertinencia, redacción y adecuación. Según Palella y Martins (2010):

- ✓ **Pertinencia:** Se refiere a relación estrecha entre la pregunta, los objetivos a lograr y el aspecto o parte del instrumento que se encuentra desarrollado.
- ✓ **Redacción:** Es la interpretación unívoca del enunciado de la pregunta a través de la claridad y precisión en el uso del vocabulario técnico.
- ✓ **Adecuación:** Es la correspondencia entre el contenido de cada pregunta y el nivel de preparación o desempeño del entrevistado.

En este sentido, a cada criterio debe asignarle una apreciación cualitativa teniendo en cuenta los códigos Bueno (B), Regular (R) y Deficiente (D). La definición de cada código se presenta en el cuadro N° 1.

Cuadro 1: Apreciación cualitativa de los códigos.

CÓDIGO	APRECIACIÓN CUALITATIVA
B	BUENO: El criterio se presenta en grado igual o ligeramente superior al mínimo aceptable.
R	REGULAR: El criterio no llega al mínimo aceptable, pero se acerca a él.
D	DEFICIENTE: El criterio está lejos de alcanzar el mínimo aceptable.

Fuente: Palella y Martins, 2010, p. 162.

A continuación, se presenta la matriz para la validación de los criterios del Guión de Entrevista Semiestructurada:

Evaluación de la competencia científica.	9. ¿Crees que tu puntaje en el resultado de las Pruebas Saber 11° en Ciencias Naturales tiene relación con las habilidades que desarrollaste para actuar y resolver problemas de la vida diaria desde la ciencia?									
Evaluación de la competencia científica desde la integración de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.	10. Ahora te invito a que analices las siguientes situaciones desde tus conocimientos en ciencias y las expliques: - La emisión de gases como el dióxido de carbono CO ₂ generado por los vehículos, las fábricas y por el proceso mismo de la respiración de los animales, han tenido un gran efecto negativo sobre el ecosistema. ¿Qué consecuencias crees que esto puede causar al ecosistema? ¿Te puede afectar también a ti? ¿Crees que puedes ayudar en algo desde tus acciones diarias?									
Evaluación de la competencia científica desde la integración de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.	11. La tierra se puede considerar como un sistema termodinámico porque recibe energía del sol e intercambia calor con el espacio a través de la atmósfera. Pero en las últimas décadas se ha presentado un fenómeno llamado calentamiento global, que se debe al aumento de los gases de efecto invernadero (CO ₂ , Metano y vapor de agua). ¿Cuál de las siguientes estrategias crees que ayudaría a reducir este fenómeno y por qué? - Plantar más árboles. - Prohibir la explotación de las aguas subterráneas. - Proteger la fauna silvestre.									
Evaluación de la competencia científica desde la integración de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.	12. De acuerdo a las dos situaciones anteriores, ¿Cuál de las siguientes preguntas orientaría una investigación para obtener más información sobre el calentamiento global? ¿Por qué? - ¿La presencia de gases en la atmósfera afecta el ecosistema? - ¿Cómo actúan los gases de efecto invernadero en el ecosistema? - ¿Qué tipo de gases genera el calentamiento global?									

Observaciones generales y sugerencias:

EVALUADOR
Nombres y Apellidos:
Formación Académica:
Cargo:
Fecha y Hora:

Anexo 5. Carta validación para aplicación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Señores

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

Universidad Simón Bolívar, Sede Cúcuta
Ciudad.

Cordial saludo,

Quién suscribe, **Yurley Karime Hernandez Peña**, con título de Doctora en Educación, a través de la presente, manifiesto que he revisado académicamente los instrumentos de recolección de información que se van a aplicar en el trabajo de investigación relacionado a continuación y por lo tanto doy la aprobación para que sean aplicados, teniendo en cuenta las observaciones realizadas a cada uno.

Cohorte: XI

Título de la investigación: Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11°.

Estudiantes: Lic. Adriana Milena Escalante Ortiz y Lic. Yadira Eugenia Guarín Blanco.

Relación de Instrumentos validados:

1. Matriz Documental.
2. Guión de entrevista semiestructurada.

Se anexa instrumentos con evaluación y observaciones realizadas.

Dado en San José de Cúcuta, a los 13 días del mes de Julio de 2020.

Atentamente,



Yurley Karime Hernandez Peña

CC: 60.444.429

Título(s) de Posgrado: Doctora en Educación

Anexo 6. Instrumentos de recolección de información- matriz de análisis documental

(VER FORMATO DIGITAL)

Anexo 7. Instrumentos de recolección de información- matriz de análisis de discursos

(VER FORMATO DIGITAL)

Anexo 8. Instrumentos de recolección de información- matriz de triangulación de la información

(VER FORMATO DIGITAL)

Anexo 9. Consentimiento informado para aplicación de entrevista semiestructurada a informantes claves



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR SEDE CÚCUTA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN COHORTE 11
CONSENTIMIENTO INFORMADO

Autorización de estudiantes egresados que para el año 2019 obtuvieron altos puntajes en la Prueba Saber 11° en Ciencias Naturales y hacen parte del presente Proyecto de Investigación como Informantes Claves.

Título del Proyecto de Investigación: Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la formación en ciencias naturales frente a la relación con los resultados del examen de estado para la evaluación de la educación media, Saber 11°.

Objetivo de la Entrevista: Reconocer los procesos de apropiación y desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes con mejores puntajes en los Resultados de la Evaluación Saber 11° en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta.

Maestranes: Lic. Adriana Milena Escalante Ortiz. CC: 1.090.398.859 de Cúcuta
Lic. Yadira Eugenia Guarín Blanco. CC: 1.090.389.017 de Cúcuta

Tutor: Doctora en Educación - Yurley Karime Hernández Peña

Descripción. El propósito de este consentimiento es proveer a los informantes claves de esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes. Por lo tanto, se aclara que el propósito principal de la investigación es Comprender el Desarrollo de las Competencias Científicas en los estudiantes en la Formación en Ciencias Naturales frente a la relación con los Resultados del Examen de Estado para la Evaluación de la Educación Media, Saber 11° 2019 en el Municipio de Cúcuta, para la cual uno de los instrumentos de recolección de información es la Entrevista Semiestructurada que se aplica a los estudiantes con mejores puntajes en los resultados de la Prueba Saber 11°- 2019 en Ciencias Naturales del Municipio de Cúcuta, que permita reconocer los procesos de apropiación y desarrollo de sus Competencias Científicas en su diario vivir.

De esta manera, se invitó a participar de manera voluntaria a estudiantes egresados que cumplieran con este criterio de selección y brindaran información necesaria para el desarrollo del estudio, donde se le solicitará de manera respetuosa y voluntaria, responder algunas preguntas en una entrevista semiestructurada orientada por las docentes maestranes y la cual será grabada para que posteriormente se puedan transcribir las respuestas que usted ha expresado.

*Maestría en Educación
Cohorte 11*

Anexo 10. Codificación para el análisis de la información

CÓDIGOS PARA EL ANÁLISIS DE LA MATRIZ DOCUMENTAL.

CODIGOS	DESCRIPCIÓN
LC	Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental
EB	Estándares Básicos en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
DB	Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales. (2016)
MS	Marco de referencia para la evaluación, ICFES. Prueba de Ciencias Naturales Saber 11°
MP	Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: ciencias
FR	Fragmento
FC	Categoría Formación en Ciencias.
CC	1. Concepción de Ciencia.
PC	2. Paradigma desde el que se concibe la Ciencia.
CCC	3. Relación entre el conocimiento cotidiano y científico.
ESE	4. Concepción de Formación en ciencias en los estudiantes como sujetos epistémicos.
EC	5. Concepción de la enseñanza de las ciencias -Sentido y significado.
CPC	6. Concepción de Competencias científicas. Marco conceptual explicativo.
FCC	7. Formación basada en competencias científicas.
FCIU	8. Formación ciudadana desde las competencias científicas.
FCN	9. Por qué y para qué de la Formación en ciencias naturales en los ciudadanos (Formación humana).
CCV	10. Formación en ciencias desde el desarrollo de competencias científicas para la vida (como ciudadano o como científico).
EV	Categoría Evaluación en Ciencias.
CE	11. Concepción de evaluación.
EF	12 Evaluación con intención formativa.
NE	13. Naturaleza y sentido de la evaluación desde la naturaleza misma del conocimiento.
EEA	14. Relación entre evaluación, enseñanza y aprendizaje.
EVC	15. Valor de la evaluación en el Currículo.
ECC	16. Evaluación de la competencia científica.
EGC	17. Evaluación de la competencia científica total o evaluación del grado de adquisición (desarrollo gradual).
ED	18. Evaluación de la competencia científica desde la integración de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.
CCE	19. Los contextos cotidianos en la evaluación de la competencia científica.
ECN	20. Especificidad de la evaluación en ciencias naturales desde la estructura de la misma ciencia y naturaleza del conocimiento.
DE	21. Relación entre didáctica y evaluación.
ECE	22. Evaluación como indicador válido de calidad educativa.

**CÓDIGOS PARA EL ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE GUIÓN DE ENTREVISTA
SEMIESTRUCTURADA**

CODIGOS	DESCRIPCIÓN
E1	Entrevistado 1
E2	Entrevistado 2
E3	Entrevistado 3
E4	Entrevistado 4
E5	Entrevistado 5
E6	Entrevistado 6
E7	Entrevistado 7
E8	Entrevistado 8
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10 y P11	Pregunta 1, Pregunta 2, Pregunta 3, Pregunta 4, Pregunta 5, Pregunta 6, Pregunta 7, Pregunta 8, Pregunta 9, Pregunta 10 y Pregunta 11.
R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R01 y R11.	Respuesta 1, Respuesta 2, Respuesta 3, Respuesta 4, Respuesta 5, Respuesta 6, Respuesta 7, Respuesta 8, Respuesta 9, Respuesta 10 y Respuesta 11.
C1	Categoría axial 1: Visión de ciencia Constructivista
C2	Categoría axial 2: Formación en Ciencias desde el desarrollo de competencias científicas.
C3	Categoría axial 3: La evaluación como estrategia de aprendizaje, de formación integral e índice de calidad.

Anexo 11. Presentación aplicación entrevista semiestructurada

(VER FORMATO DIGITAL)

Anexo 12. Tarjeta de invitación a informantes claves para aplicación de entrevistas

Bienvenidos

Gracias por ser parte de este Proyecto de Investigación de Maestría en educación.

Es un gusto para nosotros contar con tu valiosa participación.

Conéctate vía 

Te esperamos
Licenciadas Adriana Escalante y Yadira Guarín